een halve EEUW in de goede Richting

... de goede richting

Snellius
Lustrum

Een halve eeuw in de goede richting

1985-1990

Een halve eeuw in ...

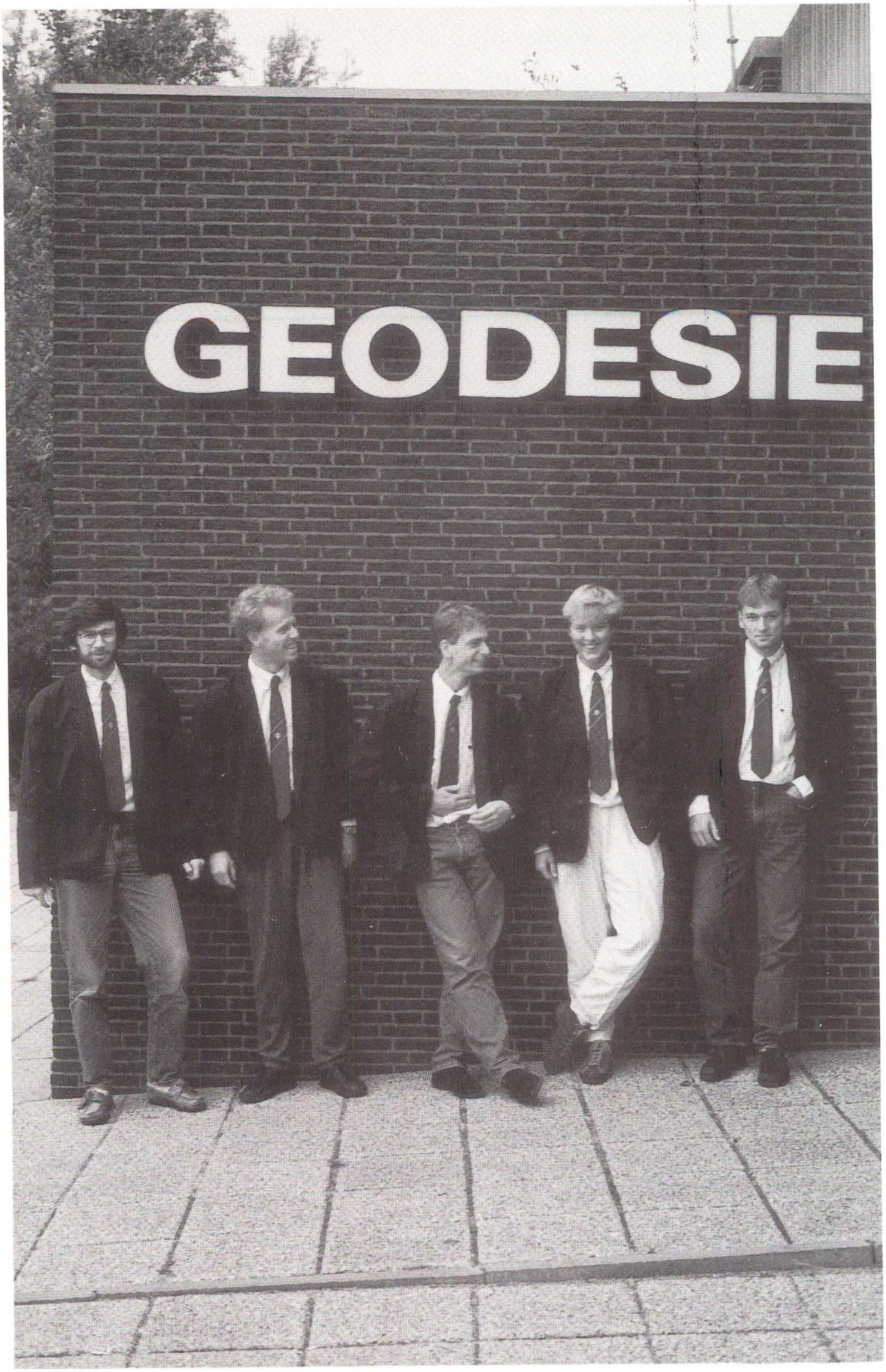
LUSTRUMBOEK SNELLIUS
1985 - 1990

EEN HALVE EEUW IN DE GOEDE RICHTING

Uitgegeven te Delft door het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius".
Alle rechten voorbehouden.
ISBN 90 65 62 125 3

Moge dit boek een steun zijn tijdens het lezen ervan.

Kamagurka


GEODESIE

VOORWOORD LUSTRUMBOEKCOMMISSIE

Hartelijk gefeliciteerd met de afgelopen 50 jaar, "Snellius". Ter gelegenheid van dat heuglijke feit zijn wij met zijn vijven eens rond een kratje bier gaan zitten met het idee een boek uit te brengen, dat op treffende wijze die halve eeuw weergeeft. Na twee jaar werken en ... is er inderdaad een lustrumboek uitgekomen. Het negende in successie. Dit komt doordat eerst na tien jaar "Snellius" nummer één is verschenen. Maar wees gerust, dit boek is zo dik dat het met gemak voor twee kan doorgaan.

Het leek ons een goed idee om in dit boek een overzicht te geven van wat er tot nu toe met de geodesie en "Snellius" is gebeurd. In het eerste gedeelte van het boek staat de Delftse geodesie centraal. Een aantal facetten van de ontwikkeling van ons vakgebied zullen hierin worden belicht. Het tweede deel van het boek zal over de studievereniging en haar leden gaan.
Om onze huidige ontwikkelingen te kunnen begrijpen, gaan we allereerst terug naar het begin. Aan de hand van een zevental artikelen zal worden beschreven hoe de Delftse geodesie in de diverse richtingen is gegroeid. Vervolgens worden de wetenschappelijke activiteiten van het afgelopen lustrum uiteen gezet. Zeer bepalend voor de nieuwste ontwikkelingen is de verregaande invoering van het GPS. In een apart hoofdstuk zal dit systeem door middel van een aantal toepassingen uit de doeken worden gedaan.
Nu het verleden en het heden voor ons geen geheimen meer bevatten, zijn we rijp voor een verslag van de toekomst. Zes onderzoekers gunnen ons een blik op de grens verleggingen die ze elk op hun eigen gebied hebben gemaakt.
Ook in het wetenschappelijk deel, maar los van de vorderingen op onze faculteit, hebben een aantal wetenschappers uit het buitenland bereid gevonden hun visie op de geodesie te geven. Dat ze daarin 'Delft' betrekken, ligt voor de hand.

Het Snellius deel is ter ere van het vijftig-jarig bestaan uitgebreider dan in de vorige lustrumboeken. Naast het verslag over het laatste lustrum, leek het ons leuk ook aandacht aan de daar voor liggende 45 jaar te besteden. Hiervoor is een collage samengesteld van bijna alles wat "Snellius" ondergaan heeft in die halve eeuw. Vele bekenden gezichten en taferelen zullen de geschiedenis weer doen herleven.

Het boek is uiteindelijk geworden zoals het nu voor u ligt. De commissie is er tevreden over. Maar hoewel we geprobeerd hebben een boek af te leveren met een homogene verdeling van de artikelen over de diverse takken van ons vakgebied, zijn we ons er van bewust dat er hiaten zijn. Zonder alle schuld

naar anderen te schuiven, kan als een van de oorzaken genoemd worden het feit dat niet voor alle onderwerpen schrijvers konden worden gevonden.
Desondanks denken we een lustrumboek te kunnen presenteren dat als naslagwerk dienst kan doen voor de eerste vijftig jaar van het Landmeetkundig Gezelschap. En hopelijk komt ook u na het lezen van dit lustrumboek tot de conclusie dat we met de geodesie en "Snellius" al een halve eeuw in de goede richting zijn.

Tot slot wil de lustrumboekcommissie de Faculteit der Geodesie en de Nederlandse Commissie voor Geodesie danken voor het garant staan voor onverhoopte financiële tegenslagen van de commissie. Voorts de Nederlandse Vereniging voor Geodesie voor het verlenen van een subsidie. Ook dank aan de instellingen die de commissie gunde een advertentie van hen in het lustrumboek op te nemen.
Niet van financiële aard, maar daardoor niet onbelangrijker, is de hulp gebleken van de Sectie Planologische en Juridische Geodesie inzake het gebruik dat wij hebben mogen maken van de tekstverwerkers die zij ter beschikking hebben, evenals de laserprinter van het secretariaat van vakgroep B.

Lustrumboekcommissie: Emile Weesie
Ardis Bollweg
Mario Burger
Richard Bun
Remko Wicherson

SNELLIUS

We hebben 50 roerige jaren achter ons liggen. Bij de oprichting van het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius" in 1940 kon ook niet worden verwacht dat het rustige tijden zouden worden. De tweede wereldoorlog maakte de start van de vereniging niet gemakkelijk.
Maar het Gezelschap is de oorlog doorgekomen. Evenzo overleefde hij de studenten-opstanden in de jaren 60, de verhuizing naar het nieuwe gebouw, de invoer van de twee-fasen structuur.......
Ook intern heeft Snellius de nodige problemen moeten overwinnen. Op het ogenblik zijn er zo'n 50 commissieplaatsen gevuld maar er zijn ook tijden geweest dat er een gebrek was aan actieve leden. Aan de andere kant is de belangstelling voor onderwijszaken vroeger wel eens groter geweest dan dat zij nu is. Kortom: De wereld beweegt en Snellius beweegt mee.
Maar niet alles verandert. Ook na 50 jaar Snellius blijkt geodesie nog steeds voor veel mensen, ja zelfs TU-studenten, een onbekend begrip te zijn. Daarnaast constateren wij al 50 jaar dat de politiek het de studenten niet gemakkelijk maakt. Al in 1955 werd door de toenmalige Snelliusvoorzitter de angst uitgesproken dat de unieke sfeer binnen de faculteit en Snellius door politieke maatregelen wel eens zwaar kon worden aangetast. We weten inmiddels dat de sfeer binnen ons 'geo-dorpje' deze aanslagen goed kan hebben. Een sfeer overigens waar we trots op kunnen zijn. Op geen andere faculteit (in ieder geval op de TU) gaan mensen op zo'n informele manier met elkaar om als bij ons.
De komende jaren zal Snellius een belangrijke taak krijgen met betrekking tot de invoering van het blokonderwijs en de verkorte basisstudie. Ook de door Snellius in 1988 opgestarte internationale geodesie-studentenvereniging zal een belangrijk richt-punt voor Snellius in de toekomst worden. Als in 1992 de Europese grenzen open gaan, zal een vergelijking van de verschillende geodetische opleidingen in Europa een belangrijke taak worden van deze internationale vereniging en Snellius.
Naast de traditionele activiteiten heeft Snellius dus ruim voldoende nieuwe bezigheden op het programma staan.
We hebben roerige jaren achter ons en er liggen roerige jaren in het verschiet. Het voor U liggende lustrumboek moge het dynamische karakter van de geodesie en Snellius aangeven. Maar naast alle beweging zal Snellius blijven wat zij nu is en altijd al was: "een rots in de geodetische branding."

Bob Valten
Voorzitter L.G. "Snellius"

VOORWOORD

Om verschillende redenen voldoe ik gaarne aan het verzoek om een voorwoord te schrijven in het Lustrumboek 1985-1990 van het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius", getiteld "Een halve eeuw in de goede richting".
De relatie tussen "Snellius" en de Faculteit der Geodesie mag niet alleen goed genoemd worden, maar is ook van wezenlijke betekenis voor onze faculteit. Studenten zijn actief in het bestuur, de faculteitsraad, de studierichtingscommissie, de vakgroepen, etc. Zij nemen deel aan vergaderingen en hun inbreng is van waarde voor de besluitvorming. Hierdoor heeft "Snellius" een geheel eigen waardevolle plaats gekregen binnen de faculteit.
Maar er is meer. Ook buiten de faculteit neemt "Snellius" een bijzondere plaats in door uiteenlopende activiteiten, bestaande uit onder andere buitenlandse excursies, lezingen, voorlichting aan middelbare scholieren en het uitluiden van afstudeerders. Ook de viering van het tiende lustrum valt hieronder.

Het is verheugend te constateren dat door studenten ter gelegenheid van dit jubileum een aantal serieuze manifestaties is opgezet. Het gehele programma van de lustrumviering getuigt van hard werken en het doet vermoeden dat een groot aantal studenten ook daadwerkelijk bij deze activiteiten is betrokken. Eén van de activiteiten is de uitgave van dit lustrumboek. Voor "Snellius" geldt, bij een lustrum hoort een lustrumboek.

De inhoud van dit lustrumboek verschilt in menig opzicht van de vorige uitgaven. Enerzijds is dit natuurlijk het gevolg van de samenstelling van de lustrumboekcommissie, maar ook door de snelle ontwikkelingen, die het geodetische vakgebied ondergaat. Niet alleen wordt aandacht besteed aan onderwerpen uit de laatste halve eeuw, hoe interessant en leerzaam deze ook mogen zijn, maar nieuwe ontwikkelingen komen ook ruimschoots aan de orde. Geodesie is volop in beweging en naar mijn mening in de goede richting. De ontwikkeling van het vakgebied is van dien aard dat het werkterrein van de geodeet zich uitbreidt en in toenemende mate betrokken raakt bij aanverwante vakgebieden. Hierdoor ontstaat een gezonde uitwisseling waaraan dit boek een belangrijk aandeel levert.
Ik ben ervan overtuigd dat dit lustrumboek niet alleen in de geodetische wereld maar ook daarbuiten veel belangstelling zal vinden. Met de uitgave van zo'n lustrumboek levert "Snellius" een nuttige bijdrage aan het beeld van ons vakgebied.

Namens de faculteit onze hartelijke gelukwensen met dit tiende lustrum. De

faculteit hoopt dat ook in de komende halve eeuw de samenwerking met het Gezelschap "Snellius" in de goede richting voortgezet kan worden.

Faculteit der Geodesie,

prof.dr.ir. G.H. Ligterink,
dekaan.

VOORWOORD LUSTRUMBOEK LANDMEETKUNDIG GEZELSCHAP "SNELLIUS"

De studieverenigingen nemen sinds jaren een belangrijke plaats in aan onze Technische Universiteit. Eén van hen, "Snellius", Maakt zich op om haar halve eeuwfeest te vieren. En hoewel zij wellicht tot de jongste gerekend moet worden, is zij niettemin in haar bestaan getuige geweest van een geweldige technologische ontwikkeling.

Toen zij nog een kleuter was, was de landmeter langs de weg en in het veld een bekende verschijning die zich nog uitsluitend van theodoliet en jalons bediende.

Dat beeld zou echter snel veranderen. Al bladerend in het lustrumboek van 1965 toen Snellius haar 25e verjaardag vierde, trof mij een artikel dat handelde over de mogelijke bijdrage die kunstmanen aan de geodesie zouden kunnen leveren. Het was nog in een zeer speculatieve vorm gesteld, maar de schrijver besloot zijn bijdrage dat het waarschijnlijk toch een niet al te gewaagde voorspelling zou zijn dat in de toekomst ook in Nederland meerdere geodeten bij dit werk zouden worden betrokken.

Dit lustrumboek zal er ongetwijfeld van getuigen dat deze voorspelling zeker niet te gewaagd was. Met name de reeds al wat langer afgestudeerde beoefenaars van het vak zullen met verwondering kunnen constateren hoe vooral de ruimtevaarttechnologie het hele beroepsbeeld dramatisch heeft veranderd.

In een lustrumboek wordt teruggekeken op de afgelopen periode van 5 jaar en ditmaal ook op 50 jaar. Velen zullen zich aangesproken voelen: de studenten van nu omdat zij zicht krijgen op wat was toen zij er nog niet waren, de studenten van toen omdat zij kunnen lezen over wat er nu is en, naar ik verwacht, ook wat er komen gaat.

Graag wens ik dit lustrumboek veel aandachtige lezers en "Snellius" een goed begin van de volgende halve eeuw.

Prof.drs. P.A. Schenck
Rector Magnificus
Technische Universiteit Delft

INHOUD WETENSCHAPPELIJK DEEL

OVER HOE HET IS BEGONNEN 1

Terug naar de toekomst
Prof.dr. R. Rummel 3

Vastgoed (informatie) systemen en vijftig jaar L.G. 'Snellius'
Ir.drs. H.A.L. Dekker 15

Een halve eeuw in het recht
Mr. D.L. Rodrigues Lopes 27

De ontwikkelingen in de meetkundige geodesie
Ir. G. Bakker 37

50 jaar werk aan stad en land
Prof.dr. P. van Schilfgaarde 49

Halve eeuw fotogrammetrie in Nederland
Prof.dr.ir. G.H. Ligterink 63

Ontwikkelingen in de vereffeningstechniek
H.C. van der Hoek & Ir. J.J. Kok 77

OVER DE LAATSTE HAND 93

Het Amsterdamse Gemeentekadaster, een basisregistratie vastgoed
Ir. J.A. Zevenbergen 95

De landinrichting in de jaren 1985-1990
Prof.ir. W. van Berk 107

Theoretische aspecten van de drie-dimensionale kartografie
Dr. M.J. Kraak 121

Kadasterwet en rechtspolitiek
Prof.mr. P. de Haan 133

Functionaliteit van geografische informatiesystemen
Drs. A.A. van der Veen 149

Digitale fotogrammetrie & remote sensing: meten in digitale beelden
Ir. M.J.P.M. Lemmens 163

ESA's astronomische satelliet Hipparcos
Dr.ir. H. van der Marel 181

Land registratie als vereiste voor het beschikbaar hebben van grond voor de huisvesting van de minder bedeelden in ontwikkelingslanden
Prof.mr.ir. J.L.G. Henssen 195

Verschuivende tegels
Dr.ir. B.H.W. van Gelder 205

OVER HET GLOBAL POSITIONING SYSTEM 213

GPS op afstand bekeken
Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen 215

De toepassingen van GPS in de praktijk
Ir. G.J. Husti 235

Navstar/GPS voor landverkeer
Prof.dr.ir. D. van Willigen 245

Over zeespiegelrijzing, het broedgedrag van trekvogels en het global positioning system
Dr.ir. F.J.J. Brouwer 251

Real-time differentiële GPS toepassing op zee (DGPS)
Ir. P.G. Sluiter 261

Wat hebben GPS en fotogrammetrie met de flevopolder te maken?
Ir. D. Boswinkel 269

OVER ONDERZOEKEN 283

Bepaling van het gravitatieveld met behulp van satelliet-gradiometrie
Ir. R.J.J. Koop & Ir. M. van Gelderen 285

Stedelijke herverkaveling in internationaal wetgevings-perspectief
Ir. H.W. de Wolff 297

Dynamische gegevensverwerking
Ir. M. Salzman 311

Symmetrie
Ir. H.M.E. Verhoef 321

Frank, de voorloper van Casspar
Ir. Th.J. Poelstra 333

OVER HOE ANDEREN HET ZIEN 353

Challenges for geodesy: some random thoughts
Prof.dr. K. Lambeck 355

Objectherkenning met digitale beeldverwerking
Ir. M.G. Vosselman 363

From geodesy to geomatics: A challenge of the information society
Ir. R. Groot 375

Aardkorstbewegingen in Zuid-west Duitsland
Prof.ir. J. van Mierlo 385

INHOUD SNELLIUS DEEL

Snellius lied 400

Ereleden en bestuur 402

In memoriam 403

Lustrumboekcommissie 406

Lustrumcommissie 407

Fotocommissie 409

Snellius in de goede richting
Pieter van Sluijs 410

Varia 433

Excursie Italië 436

Excursie Denemarken 439

Excursie Barcelona 441

Excursie Engeland 443

Excursie Tsjechoslowakije 445

International Geodetic Student Meeting 447

Querulantistisch Quodlibet
T.A.P. 453

Puzzel 456

地球のすがたと測量 408

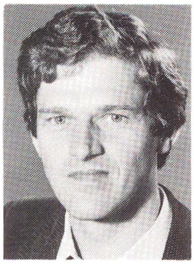
Snellius overzicht van de afgelopen halve eeuw in collagevorm 461

Oplossing 508

Colofon 509

Dankwoord lustrumcommissie 511

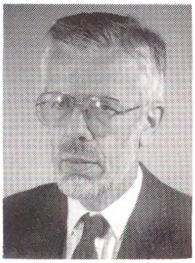
Lijst van adverteerders 513



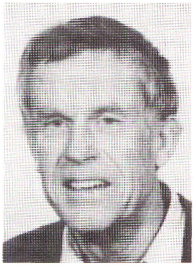
Prof.dr. R. Rummel is afgestudeerd als geodetisch ingenieur aan de Technische Universität München. Promoveerde in 1974 aan de Technische Hochschule Darmstadt. In 1980 werd hij aangesteld als hoogleraar fysische geodesie aan de Faculteit der Geodesie. Verder is hij sinds 1987 voorzitter van de Nederlandse Commissie voor Geodesie.

Ir.drs. H.A.L. Dekker is in 1966 afgestudeerd als geodetisch ingenieur; doctoraal examen rechten GU Amsterdam 1974. Vanaf 1983 part-time docent vastgoedinformatie en bedrijfskunde aan de Hogeschool Utrecht en is op dit ogenblik tevens projectleider bedrijfskunde.

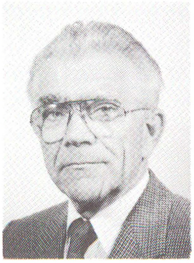
Mr. D.L. Rodrigues Lopes is universitair hoofddocent aan de Faculteit der Geodesie. Specialisme onroerend goed recht, meer in het bijzonder onroerend privaatrecht, nog meer in het bijzonder pacht en zakelijke rechten. Grote belangstelling voor economie, taal, logica en filosofie (en roeien (red.)).



Prof.dr. P. van Schilfgaarde studeerde sociologie in Utrecht en werkte 20 jaar als organisatie-adviseur in het bedrijfsleven en later in de stadsvernieuwing. Promoveerde op de methodologische aspekten van beleidsgericht onderzoek. Sinds 1980 hoogleraar planologische geodesie aan de Faculteit der Geodesie. Richt zich voornamelijk op stadsinrichting, stadsvernieuwing en stedelijke economie.



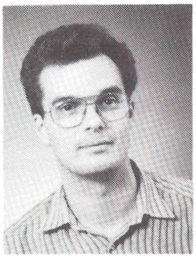
Ir. G. Bakker, universitair hoofddocent sectie Fysische, Meetkundige en Ruimtegeodesie, Faculteit der Geodesie.



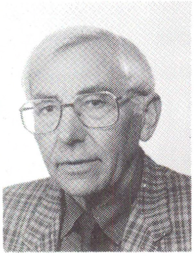
Prof.dr.ir. G.H. Ligterink is hoogleraar fotogrammetrie en remote sensing aan de Faculteit der Geodesie van de TU Delft.

H.C. van der Hoek was instructeur mathematische geodesie en studie-adviseur van de Faculteit der Geodesie. Op 1 januari 1985 trad hij vervroegd uit.

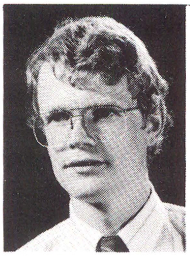
Ir. J.J. Kok was ten tijde van het schrijven van het artikel universitair hoofddocent bij de Faculteit der Geodesie, vakgroep Mathematische en Fysische Geodesie. Thans is hij werkzaam bij de vakgroep Toegepaste en Planologische Geodesie. Tevens is hij coördinator computerondersteuning voor de Faculteit en coördineert het beheer en gebruik van de computerfaciliteiten.



Ir. J.A. Zevenbergen houdt zich sinds zijn afstuderen bezig als toegevoegd onderzoeker bij de Faculteit der Geodesie met het Ravi-vervolgonderzoek naar de kenbaarheid van de publiekrechtelijke beperkingen en met de toepassing van clusteranalyse en Fingis in de landinrichting. Daarnaast studeert hij Nederlands Recht aan de Rijksuniversiteit Leiden.

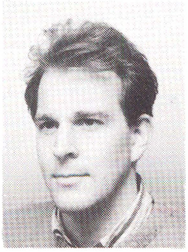


Prof.ir. W. van Berk was tot eind augustus 1989 hoogleraar landinrichting aan de Faculteit der Geodesie.



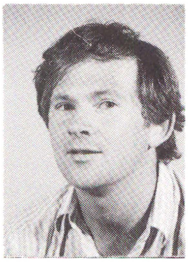
Dr. M.J. Kraak is universitair docent kartografie aan de Faculteit der Geodesie. Tevens is hij plaatsvervangend directeur van het Centre for Computer Graphics and Mapping (CCGM), gevestigd op de Faculteit der Geodesie.

Prof.mr. P. de Haan was van 1961 tot 1988 aan de Faculteit der Geodesie verbonden, aanvankelijk als hoogleraar in het burgerlijk en agrarisch recht, later ook in het onroerend-goedrecht en de systeemontwikkeling van de administratieve wetgeving. Sinds het lustrum van 1975 is hij erelid van Snellius.

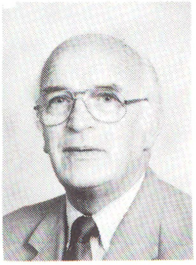


Drs. A.A. van der Veen is als toegevoegd onderzoeker werkzaam bij de sectie Vastgoedinformatie en Kartografie van de Faculteit der Geodesie. Naast onderzoeksactiviteiten is hij ook betrokken bij het GIS-onderwijs. Tevens is hij de delftse vertegenwoordiger in NexpRI, een samenwerkingsverband van vijf nederlandse (universitaire) instellingen, die expertise hebben op het gebied van ruimtelijke informatieverwerking.

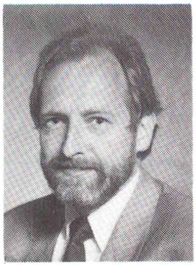
Ir. M.J.P.M. Lemmens is universitair docent bij de Faculteit der Geodesie. Naast het verzorgen van onderwijs in de fotogrammetrie en de remote sensing verricht hij onderzoek naar automatische informatie extractie uit digitale beelden onder gebruikmaking van voorkennis, onder andere afkomstig uit geografische informatie systemen.



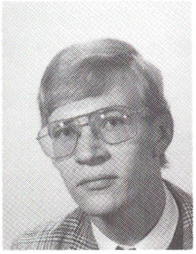
Dr.ir. H. van der Marel studeerde in 1983 cum laude af in de geodesie aan de TU Delft. In 1988 promoveerde hij eveneens cum laude op de gegevensverwerking van ESA's astronomische satelliet Hipparcos. Sinds 1989 is hij universitair docent aan de Faculteit der Geodesie bij de sectie Mathematische Geodesie en Puntsbepaling.



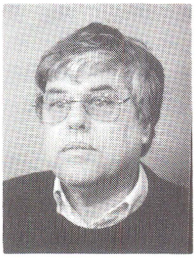
Prof.mr.ir. J.L.G. Henssen is werkzaam bij het kadaster als directeur Juridische Zaken en Vastgoed en bij het ITC in Enschede. Hij schreef zijn artikel uit betrokkenheid met HABITAT.



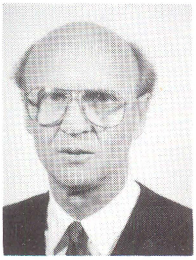
Dr.ir. B.H.W. van Gelder is in 1972 afgestudeerd en in 1978 gepromoveerd. Huidig werkterrein in de sectie Fysische, Meetkundige en Ruimtegeodesie van de Faculteit der Geodesie op het gebied van onderwijs en onderzoek met als specialisatie aardkorstdeformatie onderzoek met behulp van satelliet (laser- en GPS) metingen.



Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is hoogleraar Mathematische Geodesie en Puntsbepaling aan de Faculteit der Geodesie. Professor Teunissen is lid van verschillende nationale en internationale commissies op het gebied van de geodesie en navigatiekunde; hij is editor van de wetenschappelijke tijdschriften Manuscripta Geodaetica en Bulletin Géodèsique, en voorzitter van de IAG Special Study Group "Nonlinear Estimation".



Ir. G.J. Husti is afgestudeerd in 1960 bij de afdeling der Geodesie. Thans is hij werkzaam bij de sectie Mathematische Geodesie en Puntsbepaling van de Faculteit der Geodesie als wetenschappelijk hoofdmedewerker.

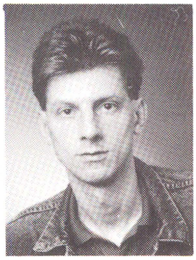


Prof.dr.ir. D. van Willigen (1934) heads as professor at the Delft University of Technology a group of students and staff working on various navigation systems. The main topics are system studies, software/hardware simulation and receiver design for Loran-C, Omega, GPS and MLS. The group started 11 years ago with studies on hard limiters for Loran-C receivers. The main research is now focussed on radio navigation in urban environments.

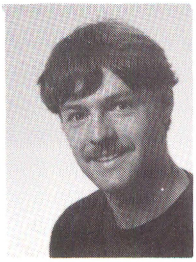
Dr.ir. F.J.J. Brouwer is hoofd van de afdeling Algemeen Onderzoek van de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat.

Ir. P.G. Sluiter was gedurende 33 jaar werkzaam als geodeet in dienst va de Shell. Lange tijd van die carrière woonde en/of werkte hij in het buitenland op geografisch sterk gespreide locaties. Sinds zijn pensionering in 1983 is hij zelfstandig Hydrografisch en Geodetisch adviseur. Tevens is hij voorzitter van de Werkgroep Toegepaste Ruimtegeodesie van de Nederlandse Commissie voor Geodesie.

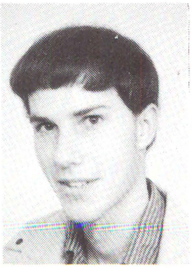
Ir. D. Boswinkel is 2½ jaar werkzaam geweest als AIO (assistent in opleiding) bij de sectie Fotogrammetrie en Remote Sensing aan de Faculteit der Geodesie, waar hij onderzoek deed naar toepassingen van hulpinstrumenten in de fotogrammetrie. Momenteel is hij werkzaam bij ingenieursbureau 'Buro Boswinkel'.



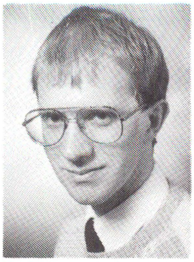
Ir. M. van Gelderen is sinds 1987 in dienst van de faculteit als AIO bij de sectie Fysische, Meetkundige en Ruimtegeodesie van de Faculteit der Geodesie. Hij werkt voornamelijk aan een proefschrift over het geodetische randvoorwaarde probleem.



Ir. R. Koop is sinds 1987 werkzaam als AIO bij de sectie Fysische, Meetkundige en Ruimtegeodesie van de Faculteit der Geodesie.

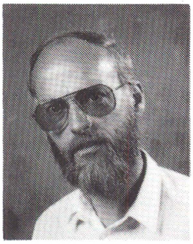


Ir. H. de Wolff is als AIO verbonden aan de sectie Planologische en Juridische Geodesie van de Faculteit der Geodesie. Hij werkt ondermeer mee aan het onderzoek van de sectie op het gebied van de stadsvernieuwing. Dit onderzoek betreft met name kleinschalige samenwerkingsvormen tussen eigenaren, gebruikers en gemeentelijke overheid.



Ir. M. Salzmann is toegevoegd onderzoeker bij de sectie Mathematische Geodesie en Puntsbepaling van de Facuteit der Geodesie. Hij houdt zich bezig met onderzoek op het gebied van de geïntegreerde navigatiesystemen, in het bijzonder de gegevensverwerking en de kwaliteitsbeheersing.

Ir. H.M.E. Verhoef is geodetisch ingenieur en werkzaam als AIO bij de sectie Mathematische Geodesie en Puntsbepaling van de Faculteit der Geodesie. Zij verricht wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de 'Geodetische Deformatie-Analyse' ter vervaardiging van een proefschrift. Tevens draagt zij op genoemd gebied bij aan de verzorging van het onderwijs.

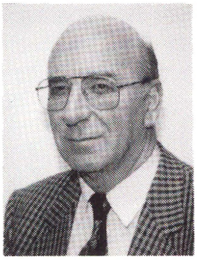


Ir. T.J. Poelstra is in 1964 afgestudeerd. In 1986 heeft hij zich zelfstandig gevestigd en is thans directeur van Poelstra Data Management Consultant (PDMC). In deze functie houdt hij zich bezig met zowel management- als vakinhoudelijke taken, in projecten voor opdrachtgevers, maar ook in het kader van eigen ontwikkelingen van PDMC.

Prof.dr. K. Lambeck is Professor of Geophysics aan The Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra.

Ir. G. Vosselman is afgestudeerd in 1986. Thans is werkzaam als wetenschappelijk medewerker bij het Institut für Photogrammetrie van de Universität Stuttgart. Op het ogenblik werkt hij mee aan een deelproject van het Sonderforschungsbereich Hochgenaue Navigation. Dit deelproject houdt zich bezig met digitale beeldverwerking.

Ir. R. Groot has worked in the Department of Energy, Mines, and Resources (Canada) as Director, Topographical Survey of Canada and as Director, Geographical Services Division since 1977. He has a MSc in Geodesy of the Technical University of Delft and was elected Membre d'honneur de la Société de Géographie de Paris in 1984



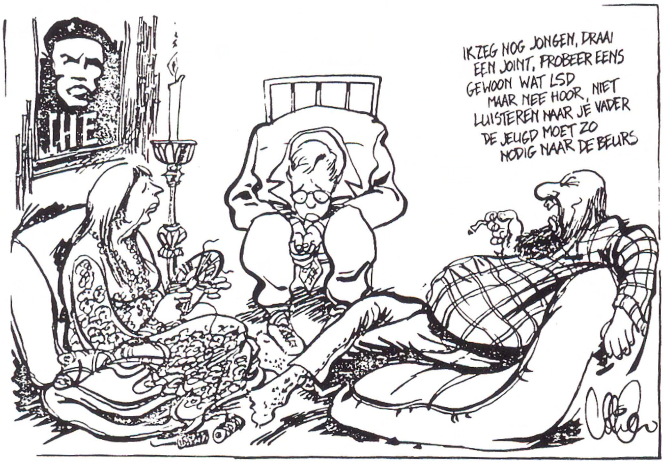
Prof.ir. J. van Mierlo is een van de drie professoren die belast zijn met de 'Kollegiale Leiding' van het Geodätische Institut van de Universität Karlsruhe. Zijn onderwijstaak en onderzoeksgebied behelzen de vereffeningstheorie en de landmeetkunde. Verder heeft hij de leiding van een deelprojekt van het Sonderforschungsbereich Spannung und Spannungsumwandlung in der Lithosphäre. Dit deelprojekt onderzoekt aardkorstbewegingen in de Oost-Alpen.

OVER HOE HET IS BEGONNEN

TERUG NAAR DE TOEKOMST

Prof.dr. R. Rummel

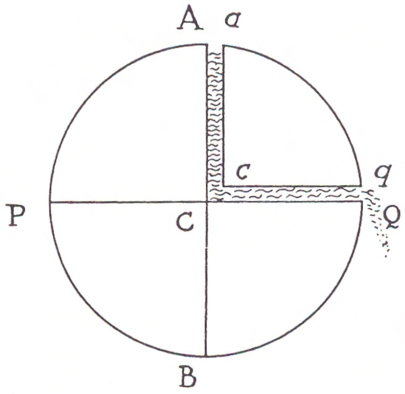
Graag zouden wij in de toekomst willen kijken. Hoe zal de geodesie er over 50 jaar uitzien? Alleen in sprookjes lukt het goed opgeleide waarzeggers met glazen bollen betrouwbare voorspellingen te doen. Zelf worden wij meestal overrompeld door de loop der dingen. Denk bijvoorbeeld aan de recente politieke ontwikkelingen in Oost-Europa, die zeker niemand heeft zien aankomen, of aan de beurscrash in het najaar 1987, toen de meest geavanceerde computermodellen niet alleen volstrekt faalden, maar ook elk inspelen op de veranderde situatie belemmerden, zie afbeelding 1. Hoe kijken wij in de toekomst? Op basis van een analyse van het heden en verleden wordt de



Afbeelding 1: Uit de Volkskrant, november 1987.

meest aannemelijke ontwikkeling voor de toekomst afgeleid. Echter, zodra er iets onverwachts gebeurt, gaat het mis. Trouwens, als wij echt in de toekomst zouden kunnen kijken, zou een noodzakelijk gevolg zijn, dat wij niets van het verleden zouden kunnen onthouden, zoals Hawkings [1] in zijn boeiend boek heeft uitgelegd. Ik zal desondanks een poging doen in de toekomst te kijken. Daarvoor zal ik de achtergronden van de mijns inziens opmerkelijke ontwikkeling schetsen, die de geodesie gedurende de laatste vijftig jaar heeft ondergaan. Daarna zal ik gebaseerd op deze beschouwingen, een voorspelling van de toekomstige ontwikkeling doen. Ook al loopt het uiteindelijk anders, dan is het misschien toch interessant over tien jaar na te gaan, wat de oorzaken van een ander verloop waren.

De geodesie had reeds aan het begin van deze eeuw een hoog ontwikkelingsniveau bereikt. Als wij hier over geodesie spreken, moeten wij onderscheid gaan maken tussen de praktische, dit wil zeggen de toegepaste geodesie en de geodesie als wetenschapsdiscipline. Geodesie als wetenschappelijke discipline ontstond in de tijd na Newton en was nauw verbonden met astronomie, wiskunde en natuurkunde. De mens, in zijn beweging beperkt tot een tweedimensioneel oppervlak, het aardoppervlak, wilde de vorm van de aarde in zijn geheel en haar beweging in de ruimte doorgronden. De kernopdracht van de geodesie, de bepaling van de vorm van de aarde en van het uitwendige zwaartekrachtveld, was nauw verweven met de natuurkundige kernvraag uit die tijd, namelijk of de roterende figuur van de aarde zich in hydrostatisch evenwicht bevond. Afwijkingen van de evenwichtstoestand konden alleen met geodetische middelen bepaald worden, door de vastlegging van óf de natuurlijke óf de door het zwaartekrachtveld gedefinieerde, vorm van de aarde (zie bijvoorbeeld [2]), zie afbeelding 2.



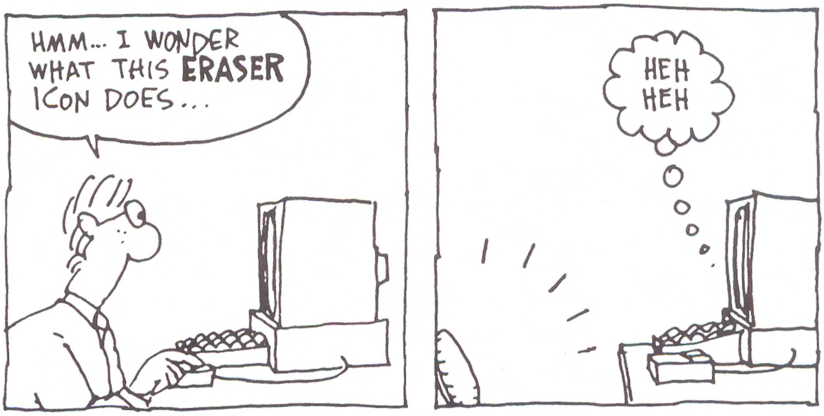
Afbeelding 2: Illustratie uit de "Principia" van Newton,lichtelijk aangepast.

De afwijkingen, ook anomalieën genoemd, van de evenwichtstoestand hebben krachten tot gevolg in het inwendige van de aarde en zijn dus van fundamentele betekenis voor het begrijpen van de fysica van de vaste aarde. Tegelijkertijd geven deze anomalieën ook belangrijke informatie over de geschiedenis van het ontstaan van de aarde. Het is nog maar honderd jaar geleden dat de kwestie van de evenwichtstoestand voor Stokes de reden was om zijn beroemde theorie van de vormbepaling van de aarde te ontwikkelen [3]. Ook bij Jeffreys en Vening-Meinesz, beiden zowel geodeet als geofysicus van wereldfaam, speelden deze vraagstukken een heel belangrijke rol. Er bleven een aantal fundamentele belemmeringen over. Zelfs nog vijftig jaar geleden bestond er nauwelijks vooruitzicht, dat hierin principieel verandering zou kunnen komen. De mondiale vormbepaling van de aarde vereist gegevensverwerving en gegevensverwerking op zeer grote schaal. Gegevensverwerving op grote schaal was vijftig jaar geleden niet mogelijk; metingen op land waren moeizaam en tijdrovend en op de oceanen afhankelijk van het type meting, of helemaal niet of alleen met zeer beperkte precisie mogelijk. Zo gezien waren de verhandelingen van Stokes en van Bruns [4] over de vormbepaling van de aarde grote theorieën met weinig vooruitzicht op praktische verwezenlijking.
De praktische geodesie was omstreeks het midden van deze eeuw goed ontwikkeld. Puntenvelden konden in horizontaal en vertikaal opzicht precies, in elk geval voor de meeste praktijkgevallen, met voldoende nauwkeurigheid vastgelegd worden. Het zeer langzame en arbeidsintensieve meetwerk en de beperkingen bij de gegevensverwerking werkten echter remmend.

De ontwikkeling van de techniek van de laatste vijftig jaar wordt wegens zijn ingrijpende gevolgen voor de industriële produktie vaak als de tweede industriële revolutie beschouwd. Deze revolutie wordt versneld - ook al vinden wij het niet erg plezierig daarover te praten - door de wapen- en techniekwedloop van de grote industrielanden tijdens de tweede wereldoorlog. De tijd was rijp voor een versnelde techniekontwikkeling, zoals ik straks zal proberen uit te leggen. Voor de geodesie waren vooral de ontwikkelingen op drie gebieden ingrijpend: de ruimtevaart, de elektronica en de computers, en de elektromagnetische golven.
Ruimtevaart: als wij vandaag via de televisie rechtstreeks in onze huiskamer nieuws kunnen ontvangen van gebeurtenissen van de andere kant van onze globe, zijn wij er ons nog nauwelijks van bewust, dat de hele ruimtevaart pas 33 jaar geleden begon. Toen, op 4 oktober 1957, werd de Russische satelliet Spoetnik gelanceerd. Deze kunstmaan was nog primitief en had een vrij lage baan wegens de geringe stuwkracht van de eerste draagraket. Daarna ontstond er een razend snelle ontwikkeling met steeds meer geavanceerde systemen: bemande kunstmanen, landingen op de maan, planeetmissies, ruimtestations en ruimte shuttles. De ruimtevaart is inmiddels een vrij commercieel gebeu-

ren, waarbij wetenschappelijke opdrachten alleen een bijrol spelen. En bijna alles scheen mogelijk, totdat wij door het tragische ongeluk met de shuttle weer duidelijk aan de menselijke onvolkomenheid van technische ontwikkelingen herinnerd werden [5].
Elektronica en computers: de waarschijnlijk meest ingrijpende technische ontwikkeling van deze eeuw is die van de computer, of meer algemeen, die van de elektronica. Reeds in de 19e eeuw ontstond het eerste idee voor een analytisch apparaat voor het opbergen van rekenoperaties. Er volgden het eerste elektromechanische rekentuig door de Amerikaan Bush in 1925-30 en de eerste digitale installatie in 1941 door de Duitser Zuse. In 1945 werd de eerste - tamelijk zelfstandige - elektronische computer geplaatst op de Universiteit van Pennsylvania [6].

De beslissende stappen voor de moderne ontwikkeling waren echter de uitvinding van de transistor (in 1947 door Shockley), die de versterkerbuis zou vervangen en, iets later, de uitvinding van de geïntegreerde schakeling. De geïntegreerde schakeling maakte het mogelijk op een plaatje silicium van bijvoorbeeld 1 mm honderden transistors en dioden tezamen aan te brengen [7], waarmee de ontwikkeling naar de huidige computer mogelijk werd. Velen zullen zich nog kunnen herinneren hoeveel ruimte, zelfs nog in de jaren zeventig, een typisch mainframe computer in beslag nam. Ook weten wij nog hoe bescheiden in hun mogelijkheden, maar onbescheiden in hun prijs, de eerste programmeerbare tafelcomputers waren (kijkt U eens in ons museum) in vergelijking met de huidige zakcomputers. Pas in de eerste helft van de jaren tachtig kwamen krachtige PC's op de markt. Casimir [8] noemt daarom ook het huidige industriële tijdperk dat van de miniaturisering. Deze miniaturisering is ook de voorwaarde voor het ontstaan van de zogenaamde "informatiemaatschappij", waarop later nog ingegaan wordt, zie ook afbeelding 3.



Afbeelding 3: Uit: Larry Gonik: Neo-Babelonia, Veen/BSO, Utrecht 1989.

Elektromagnetische golven: hieronder horen zowel microgolven als het licht. Elektromagnetische golven planten zich voort met de lichtsnelheid. Essentieel was de ontwikkeling van modulatie (in fase of amplitude), waardoor het mogelijk werd informatie op een draaggolf te planten en over grote afstanden over te brengen. Een tweede ingrijpende stap in dit verband was de ontwikkeling van de maser in 1954 en de laser in 1960 door gestimuleerde emissie [6].

Samenvattend moet opgemerkt worden, dat geen van deze drie gebieden los van de andere kon ontstaan en ook niet los gezien mag worden. Ruimtevaart zonder moderne elektronica en zonder informatieoverdracht via elektromagnetische golven is ondenkbaar. Moderne radar-, laser- of maserapparatuur kan niet zonder geavanceerde elektronica.

De ontwikkeling van techniek en natuurwetenschappen is verweven in een wetenschaptechnologie-spiraal [8]. Terwijl echter tussen de ontdekkingen in de natuurkunde en hun toepassingen in de techniek steeds een aanzienlijke faseverschuiving ligt (bijvoorbeeld de theorie van Einstein over gestimuleerde emissie ontstond in 1917, de toepassing op maser en laser in 1954 respectievelijk 1960), maakt fundamenteel (natuurkundig) onderzoek steeds gebruik van de meest actuele technologie.

Laat ons nu terugkeren naar de geodesie. Zoals reeds gezegd was de theorievorming in de geodesie een halve eeuw terug reeds ver gevorderd, meettechnieken waren goed ontwikkeld. Principiële beperkingen bestonden wat de mondiale vraagstellingen en ingewikkelde en omvangrijke verwerking betreft. Zeer onverwacht kwam, ontketend door de technische revolutie, de geodesie weer in een stroomversnelling.

De meest ingrijpende vernieuwing was de kunstmaan. Het werd mogelijk het twee-dimensionele aardoppervlak te verlaten. De geodesie werd drie-dimensioneel. Satellieten kunnen door de geodetische bril gezien worden (1) als meetmerk, waardoor zeer grote, zelfs intercontinentale, afstanden overbrugd kunnen worden, de oceanen vormen niet meer een onoverbrugbaar obstakel, (2) als platvorm voor instrumenten, voor "remote sensing" van de aarde, er kan vanuit de ruimte de topografie van continenten en de dynamica van de oceanen precies gemeten worden, of (3) als vallende proefmassa, waarmee een beter inzicht verkrijgbaar is van het aardse gravitatieveld. Twee jaar na de lancering van Spoetnik werden reeds de eerste resultaten over de dynamische afplatting van de aarde gepresenteerd. Bovendien kan (4) door koppeling van de beweging van een satelliet aan de posities van de sterren het bewegingsgedrag van de aarde in de ruimte bekeken worden.

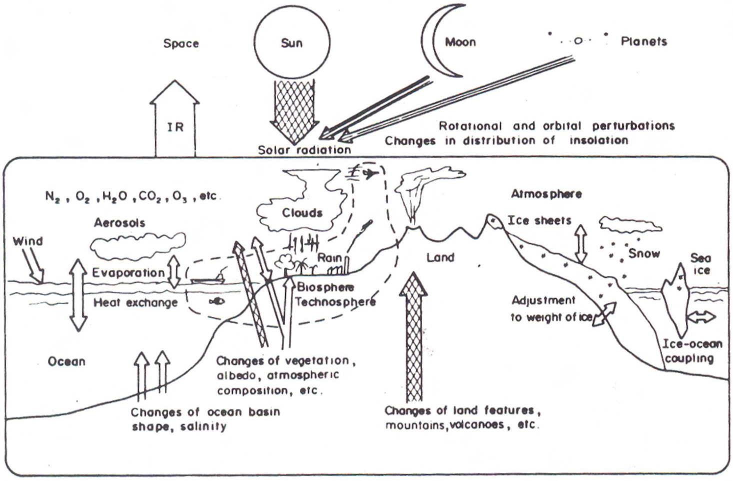
In de eerste maanden van het ruimtevaarttijdperk waren nog geen rekenmodellen voor de analyse van satellietbeweging beschikbaar. Door een aanpassing van de kosmische modellen van de planeetbeweging kon echter vrij snel begonnen worden met wat wij heden dynamische satellietgeodesie noemen [9], [10]. In tien jaar tijd kwamen - vooral bij het Smithonian Astrophysical Observatory - theorie, metingen en de eerste mondiale modellen van het aardse gravitatieveld tot stand. Geodeten, fysici, geofysici, oceanografen en ingenieurs formuleerden samen in 1968 in Williamstown [11] een uiterst ambitieus geodetisch ruimteprogramma, dat inmiddels in grote lijnen gerealiseerd is. De ruimtegeodesie heeft de experimentele fase verlaten. In de toekomst zal men op grote schaal in de dagelijkse praktijk van deze ontwikkelingen kunnen profiteren.

Laten wij naar de computerontwikkeling kijken. Pas met de opkomst van krachtige rekenmachines werden omvangrijke berekeningen mogelijk, en geodesie is, zoals wij weten, veel rekenwerk. Misschien werd de mathematische geodesie het meest door deze ontwikkeling beïnvloed, ten eerste door de mogelijkheid grote stelsels vergelijkingen op te kunnen lossen, ten tweede omdat pas daardoor het gebruik van een geavanceerd stochastisch model acceptabel werd. De correlaties tussen metingen konden meegenomen worden, uitvoerige statistische toetsing evenzo. Ook over optimalisatie begon men na te denken. De theorie had zich al eerder met deze dingen bezig gehouden. Ook hier is een faseverschuiving herkenbaar tussen theorievorming en toepassing, overigens net zo als bijvoorbeeld in de fotogrammetrie of fysische geodesie.

Het gebruik van elektromagnetische golven veranderde de geodetische meettechniek ingrijpend. VLBI, terrestrische en satellietafstandsmeters met lasers, radar of microgolven op steeds hogere frequenties hebben de toepassing van de traditionele geodetische meettechnieken teruggedrongen tot kleinschalig landmeetkundig werk. Relatieve precisies van 10^{-8} van de gemeten afstand zijn bereikbaar. Daarnaast werden ook heel andere geodetische meetsystemen hierdoor fundamenteel beïnvloed. Zo was bijvoorbeeld interferometrie cruciaal voor de doorbraak van de vrije valproef voor de zeer precieze meting van "g", of werden met masers de meest nauwkeurige tijdsnormalen gebouwd. Net zo duidelijk is de trend naar miniaturisering, digitalisering, groot bedieningsgemak, automatische registratie, voorbewerking en overdracht van meetgegevens. Vele van deze elementen werden reeds in 1969 in een voordracht van prof. de Munck geschetst [12] (zie ook [Gigas, 13]). Trouwens het afscheid van het twee-dimensionele denken viel niet mee. Er vonden bijna historisch te noemen confrontaties tussen de traditionele (2-D) en revolutionaire (3-D) denkers plaats. (zie ook de bijdrage van G. Bakker).

Laten wij nu kijken hoe de toekomst er uit zal zien. Gaat het in net zulke grote stappen verder, of is nu reeds eindelijk alles opgelost en kunnen wij naar huis? Het is moeilijk te zeggen; er zijn twee lijnen herkenbaar, één naar steeds grotere nauwkeurigheden, voornamelijk gericht op wetenschappelijke doelstellingen en een tweede, die streeft naar het snelle, liefst automatisch vergaren van geodetische informatie, echter met veel beperktere precisie-eisen.

Ik verwacht voor de *wetenschappelijke geodesie* voor het komende decennium geen "quantum leap". De modellen moeten echter nog aan de huidige mogelijkheden aangepast worden vooral wat hun consistentie betreft, en daarna zal men zich dienen te richten op de uitbreiding in richting van 10^{-10}. Bij de drie ruimtelijke dimensies komt de vierde, de tijd. Waarschijnlijk ligt ergens tussen 10^{-8} en 10^{-10} de grens waar het nog zinvol en haalbaar is in onze fysische omgeving iets te willen meten. Er wordt gepoogd de vast aarde met zijn ijsmassa's, oceanen en atmosfeer steeds meer als één systeem te begrijpen (afbeelding 4).



Afbeelding 4: Systeem Aarde, uit: Robert S. Kendel: Earth and Cosmos, Pergamon Press, Oxford, 1980.

Gezien de grote nauwkeurigheden, die nu in de geodesie haalbaar worden, ligt hier een grote kans, enerzijds een ankerpositie in te nemen door het nauwkeurig vastleggen van referentiepunten en zwaartekrachtveld, anderzijds door de mogelijkheid ook snel veranderlijke processen precies te kunnen meten en

modelleren. Wij moeten ons dan echter van de aarzeling ontdoen ons met niet-geodetische problemen op het raakvlak naar de geofysica, oceanografie en het atmosfeeronderzoek te bemoeien. Een angst, die pas in deze eeuw is ontstaan, waarschijnlijk door de steeds verder gaande uitkristallisatie van de geodesie als aparte discipline.

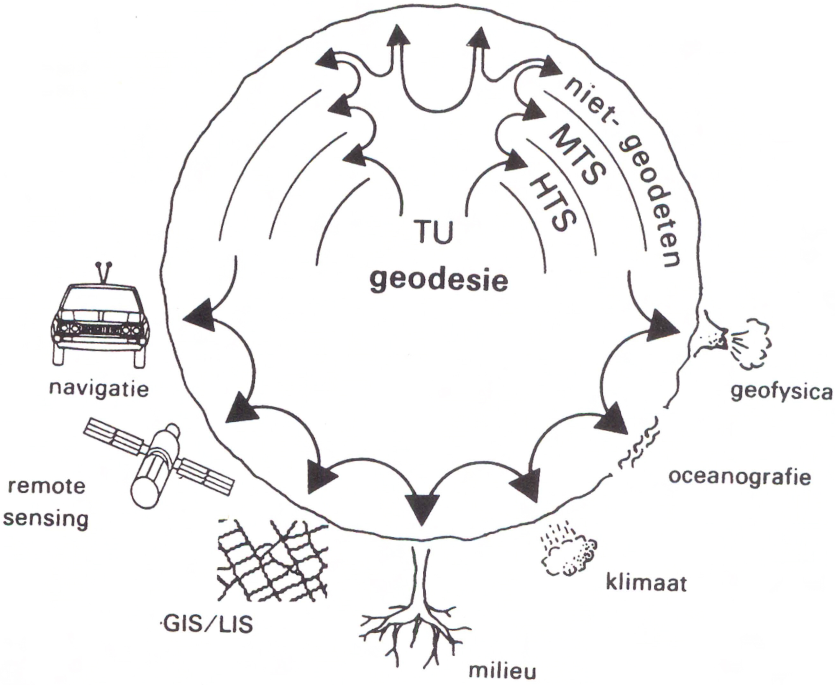
Met het groeiende precisieniveau groeit misschien ook de kans - na een pauze van 200 jaar - belangrijke fundamentele bijdragen aan de natuurkunde te kunnen leveren. Het is haast onbegrijpelijk, dat deze kans in het recente verleden op beslissende momenten steeds gemist werd. Denk bijvoorbeeld aan Eötvös of Dicke's experimenten [14], [15] met betrekking tot de equivalentie van zware en trage massa, de "redshift"-proeven met atoomklokken [16], de instrumentele ontwikkelingen omtrent gradiometrie, absolute zwaartekracht en supergeleidende gravimeters, of de recente rage betreffende de vijfde kracht [17].

De verhoogde precisie en snelle en compacte meetapparatuur geven ook de mogelijkheid te navigeren in de breedste zin van het woord. Deze stap zal echter in het begin niet meevallen. Geodeten zullen meer te bieden moeten hebben dan de traditionele navigatiewereld (kwaliteitsbewaking?), maar als dit lukt,is dit een grote kans.
Onduidelijker is voor mij hoe de *geodetische praktijk* er uit zal zien. De bediening van de instrumenten wordt steeds gemakkelijker. De verwerking geschiedt met commerciële software, die "alle problemen voor de gebruiker oplost". Men spreekt van knoppologie. Nog meer dan in het verleden kunnen HTS-opgeleiden het werk van geodetisch ingenieurs overnemen en MTS'ers dat van HTS-ingenieurs. In principe een goede zaak, want zo ontstaan voor alle opleidingsniveaus nieuwe uitdagingen. Het zou zelfs zo ver kunnen komen, dat niet-geodeten de landmeetkundige of fotogrammetrische opgaven in hun omgeving zelf zullen trachten op te lossen. De aangeboden softwarepakketten en automatische instrumenten maken dit aantrekkelijk voor hen. Terwijl in sommige landen zoals de V.S. nu pas geleidelijk aan begonnen wordt voor landmeters en fotogrammeters hoogwaardige opleidingen te eisen, tekent zich hier het tegengestelde af. Wat zijn de risico's van deze ontwikkeling? Het probleem ligt in de kwaliteitszorg. Als er niet gauw ingegrepen wordt, zou een verpaupering van de geodetische praktijk kunnen ontstaan. Alles wat moeizaam in vele jaren is ontstaan, de zorgvuldige stappen van meting en registratie, via verwerking naar kwaliteitsbeoordeling, dreigen verloren te gaan als er geen duidelijke normen met betrekking tot alle praktijkwerkzaamheden gedefinieerd worden. Nooit was een nieuwe handleiding voor technische werkzaamheden belangrijker dan nu, niet alleen voor de overheidsdiensten, maar voor alle geodetische werkzaamheden. Juist tegen de

achtergrond van Europa '92 is wildgroei niet uitgesloten (bijvoorbeeld in de markt van verwerkingssoftware), terwijl de kans geboden wordt het hier bereikte hoogwaardige niveau naar buiten uit te dragen. Gelukkig zijn een aantal Nederlandse geodetische bedrijven overleg begonnen over kwaliteitsnormen. Maar zou hier niet de inbreng van Delft van waarde zijn? Ook in de computerwereld krijgt overigens kwaliteitszorg en standaardisatie momenteel veel aandacht (zie bijv. [18]).

Tot dusver heb ik niets gezegd over de tweede - net zo belangrijke - poot van de geodetische praktijk, de juridisch-administratieve richting. Als buitenstaander zou dat ook niet kunnen; ik volg de ontwikkelingen op afstand. Toch wil ik een paar woorden zeggen over de geo-informatica of zoals de heer Groot, de voormalige Delftenaar, nu in leidende positie in Canadese overheidsdienst, het graag noemt "geomatics" [19]. Natuurlijk leent zich bijna geen ander vak zo goed voor de computer als geodesie. De moderne mogelijkheden van gegevensopslag, grafische presentatie en snelle verwerking bieden ongekende mogelijkheden. Men zou bijna verrast kunnen zijn, dat pas nu LIS en GIS systemen zo in de belangstelling komen. Men beweert, dat dit de toekomst is. Dit komt overeen met de verwachting, dat wij steeds meer een informatiemaatschappij worden, zoals Sir Alexander King dit tijdens de uitreiking van de Erasmusprijs 1987 formuleerde [20]. Als dit zo is, wat is dan op zichzelf beschouwd de achtergrond van deze ontwikkeling, toch niet het laten ontstaan van grote gegevensverzamelingen. Wij willen steeds complexere processen leren begrijpen, gebruikmakend van liefst alle beschikbare informatie, die in verbinding staat met het onderzochte fenomeen. Primair staat het proces, dat wij beter willen leren begrijpen, het informatiesysteem is alleen een noodzakelijke voorwaarde. Bovendien is de opgeborgen informatie alleen dan van waarde als ook op grote schaal zorgvuldig en kwaliteitsgericht ermee omgegaan wordt. Ook hier zou het geodetische geweten menig voorspelbare foute ontwikkeling kunnen voorkomen. Het is verheugend dat, binnen de Rijkscommissie, overleg tussen deskundigen over deze problematiek gaande is.

Samenvattend is mijn verwachting, dat ingrijpende veranderingen, die reeds veertig jaar geleden voor het wetenschappelijk onderzoek een omwenteling betekenden, nu de dagelijkse praktijk ingrijpend zullen veranderen. Dit zal het gezicht van de geodesie aanzienlijk beïnvloeden, taken zullen verschuiven, sommige gevaren voor de geodetische ethiek zijn aan het ontstaan. De traditionele geodetische kern dreigt verloren te gaan, zie afbeelding 5. Er komen echter veel nieuwe omvangrijke uitdagingen boven de horizon, die wij allen moeten durven aanpakken en waar de specifieke geodetische inbreng zeer wenselijk is. Beslissend zal zijn of het ons lukt geodesie als een, weliswaar veranderd, maar duidelijk herkenbaar vak uit te dragen. De tijd zal het leren.



Afbeelding 5: De beschrijving van de kern van de geodesie, door de taakverschuivingen in de opleiding en de toepassingsgebieden.

Literatuur

[1] Hawking, S.W.: A Brief History of Time, Bantam, Toronto, 1988.
[2] Todhunter, I.: A History of the Mathematical Theories of Attraction and the Figure of the Earth, Dover Publ., New York, 1962.
[3] Stokes, G.G.: On the Variation of Gravity on the Surface of the Earth, Trans. Cambridge Phil. Soc., Vol. 8, pp. 672-695, 1849.
[4] Bruns, H.: Die Figur der Erde, Publication des königl. Preussischen Geodätischen Institutes, Berlin, 1878.
[5] Feynman, R.P.: An Outsider's Inside View of the Challenger Inquiry, Physics Today, 41, 2, 1988.
[6] Westphalen, R. Graf von: Geschichte der Technik, 1, Deutscher Instituts-Verlag, Köln, 1984.
[7] Casimir, H.B.G.: Waarnemingen en Visie, Meulenhyoff Informatief, Amsterdam, 1987.
[8] Casimir, H.B.G.: Opkomst van de Wetenschappelijke Techniek, blz. 189-194, in: Geschiedenis van de Techniek, collegedictaat Studium Generale, TH Eindhoven, 1975.

[9] Veis, G.: Geodetic Uses of Artificial Satellites, Smith. Contributions to Astrophysics, 3, 9, 1960.
[10] Berroth, A., W. Hofmann: Kosmische Geodäsie, Braun, Karlsruhe, 1960.
[11] Solid-Earth and Ocean Physics, Report of a Study at Williamstown, Mass., 1969.
[12] Munck, J.C. de: Recente Instrumentele Ontwikkelingen in de Landmeetkunde, geodesia, 12, 4, 119-125, 1970.
[13] Gigas, E.: Physikalisch-Geodätische Meßverfahren, Hanseatische Verlagsanstalt, Hamburg, 1960.
[14] Eötvös, L.: Verhandl. d. 15, allg. Konferenz der intern. Erdmessung in Budapest, Bd. I, 337-395, 1906.
[15] Ohanian, H.C.: Gravitation and Spacetime, Norton & Comp., New York, 1963.
[16] Hofele, J.C., R.E. Keating, Science 177, 166, 1972.
[17] Parker, R.L., M.A. Zumberge: An Analysis of Geophysical Experiments to Test Newton's Law of Gravity, Nature, 342, 29-32, 1989.
[18] "Kema/ICIT Reiken Certificaten uit", Computable, blz. 20, januari 1990.
[19] Groot, R.: Geomatics: A Key to Country Development?, ITC Journal, 4, 277-283, 1987.
[20] "Westerse wereld staat voor nieuwe revolutie", Volkskrant, 21 november 1987, blz. 31.

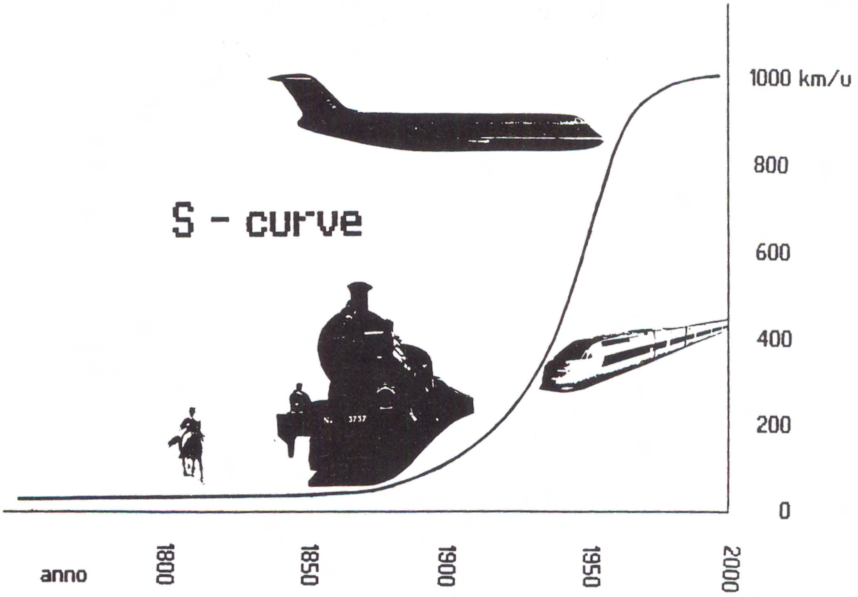
VASTGOED(INFORMATIE)SYSTEMEN EN VIJFTIG JAAR LANDMEETKUNDIG GEZELSCHAP "SNELLIUS"

Ir.drs. H.A.L. Dekker

Inleiding

Wetenschappers die zich verdiepen in de geschiedenis van een bepaald verschijnsel, komen daarbij nog wel eens op het idee van een golfbeweging (1). Vermoed wordt dat de belangrijkste veroorzaker van die golfbeweging de technische ontwikkeling is. Deze is sinds de industriële revolutie niet gelijkmatig over de tijd verdeeld, maar is geconcentreerd in klusters rondom bepaalde basisinnovaties. Onder basisinnovaties worden dan verstaan de stoommachine, de bouw van het spoorwegnet, introductie van elektriciteit, de auto en de computer. Na een dergelijke basisinnovatie is er 25 à 30 jaar lang sprake van een groeiproces, waarna verzadiging optreedt, die leidt tot een relatief inhouden van de groei.
Men kan een dergelijke golfbeweging beschrijven met behulp van een zogenaamde S-curve. Bij zo'n S-curve lijkt er sprake te zijn van een ondergrens, die lange tijd vrijwel onveranderd blijft en van een bovengrens. De bovengrens geeft een tijdelijk plafond, een periodieke limiet van mogelijkheden aan.
Een dergelijke S-curve is bijvoorbeeld goed te construeren van de verplaatsingssnelheid van de mens (2), indien men die beschouwt over de laatste periode van driemaal vijftig jaar. In 1840 kon de mens, met de door hem gebruikte hulpmiddelen, zich onder normale omstandigheden niet veel sneller verplaatsen dan met een snelheid van zo'n dertig kilometer per uur. Of men dat nu te paard of per trein deed, die dertig kilometer was zo'n beetje het maximum. Ongeveer vijftig jaar later ging het plotseling een stuk sneller. Hier en daar bereikte men per trein snelheden van honderd kilometers per uur. Weer zo'n vijftig jaar later werd door het vliegtuig de verplaatsingssnelheid verhoogd tot enkele honderden

kilometers per uur en rond de jaren zestig werd dat met de straalverkeersvliegtuigen bijna duizend kilometers per uur. Even leek het erop dat rond die tijd ook het supersonisch reizen snel terrein zou winnen, maar afgezien van een uitzondering moet (en zal) die doorbraak nog komen. Voorshands is sprake van een bovengrens waar beneden de massa zich met maximale snelheid kan voortbewegen. Men kan dat in de volgende figuur illustreren:



De belangrijkste innovatie in de laatste vijftig jaar, met grote gevolgen voor ons vakgebied, is de ontwikkeling van de computer.
In de eerste plaats wijs ik daarbij op de ontwikkeling in het meetinstrumentarium. De tachymeter heeft een spectaculaire evolutie doorgemaakt. In de tweede plaats is er het geodetisch "in de ruimte gaan" door middel van "global positioning systems" en als derde voorbeeld kan worden gewezen op de belangstelling voor de vastgoedinformatie, die in belangrijke mate veroorzaakt is door de automatisering van de informatieverwerking.

Het is jammer dat we ten aanzien van vastgoedinformatie niet over vijftig jaar historie kunnen spreken, zoals bij het Landmeetkundig Gezelschap. Men kan vastgoedinformatie in relatie met de geodetische opleiding en dus ook met

Snellius slechts in de laatste twintig tot vijfentwintig jaar plaatsen.

Vastgoedinformatiesystemen

In de titel van mijn bijdrage is sprake van drie deelterreinen, namelijk vastgoed, informatie en systemen. Om met de informatie te beginnen: wat is eigenlijk informatie?
Dagelijks neemt de mens een enorme hoeveelheid gegevens waar. Veel van die gegevens blijven gewoon gegevens, zonder verdere betekenis voor de waarnemer. Slechts een beperkt deel van die gegevens leidt tot informatie. Alleen dat deel van de gegevens dat kennisverrijkend is voor de waarnemer noemen we informatie. Gegevens bevatten dus informatie als ze kennisverrijkend zijn voor de waarnemer.

De volgende vraag die we kunnen stellen is: wat is een "systeem"?
Het begrip systeem stamt uit het Grieks. Het betekent daar samenhang. Een systeem is een geleed geheel van bij elkaar horende delen, gerangschikt volgens een bepaald ordenend principe. Maar ook kan systeem beschreven worden als een geordende verzameling procedures om een doel te bereiken. In een artikel in het Nederlands Geodetisch Tijdschrift van 1973 over de hoofdlijnen van het nieuwe studie programma geodesie (3) beschrijft Aardoom het begrip systeem als "een van de omgeving te onderscheiden verzameling elementen, die onderlinge relaties en al dan niet relaties met hun omgeving hebben".

De combinatie van de begrippen informatie en systeem, leidt dan tot een informatiesysteem: een samenhangend geheel van mensen, apparatuur, programmatuur, procedures en gegevensbestanden, met als doel om in de informatiebehoefte van een organisatie te kunnen voorzien.

Rest nog de vraag: wat is vastgoed?
Bogaerts, vanaf 1976 hoogleraar in de Leer der Vastgoedsystemen en vanaf 1982 hoogleraar in Vastgoedinformatie en Kartografie, beschrijft het begrip vastgoed in zijn inaugurele rede (4) als volgt:
"Onder vastgoed worden alle elementen verstaan die een vaste plaats op, in of onder het aardoppervlak bezitten."
Daarmee wordt een vastgoedinformatiesysteem, een informatiesysteem om te bereiken dat kennisverrijking over vastgoed kan optreden bij de gebruiker.

Vastgoed(informatie)systemen als onderwerp van studie

Vastgoedinformatie als woord is betrekkelijk nieuw, vastgoedinformatie als activiteit bestaat al net zo lang als de mensheid. Maar met het nieuwe woord alleen, is men er natuurlijk niet uit.
Er is wat afgeworsteld met het vaststellen van de inhoud van het begrip vastgoed(informatie)systemen voor de geodeten. In een brochure "GEODESIE" uitgegeven door de (toen nog) Afdeling der Geodesie van de TH-Delft (5) is de volgende tekst te lezen: " Vastgoedsystemen is een administratief en tegelijkertijd informatica-achtig vak".
In het lustrumboek dat Snellius uitgaf ter gelegenheid van het achtste lustrum in 1980, is van de hand van Bogaerts (6) een bijdrage opgenomen waarin de "vastgoedgeodeet" en de "vastgoedgeodesie" wordt beschreven. In dat lustrumboek komt trouwens van verschillende kanten kritiek op die term. Sommige stellen onomwonden dat het een lelijk pleonasme is. Ook Bogaerts zelf is niet echt gelukkig met de term blijkens het feit dat hij stelt:
"Ik zal het begrip vastgoedgeodesie eerst trachten te omschrijven, ondanks het feit dat ik niet de uitvinder van het woord ben en deze term ook niet erg kan appreciëren", om vervolgens aan te geven:
"Vastgoedgeodesie is dat deel van de geodesie dat zich richt op de informatieverzorging met betrekking tot het vastgoed en de hier nauw mee verbonden activiteiten van de overheid en van particulieren. Daarnaast richt de vastgoedgeodesie zich op de planning van veranderingen in de rechtstoestand van vastgoed".

Het is niet mogelijk om thans, een aantal jaren later, deze beschrijving aan te vullen. Maar dat heeft tegelijkertijd weinig betekenis omdat de inhoud van (ook ik vind het een onmogelijk woord) "de vastgoedgeodesie" zich nog steeds ontwikkelt. Maar ook in het verleden werd zelfs over vastgoedsystemen als onderdeel van de geodesie al verschillend gedacht.
Twijfel aan het algemeen accepteren bij geodesie van de reeds langer gebruikte term vastgoedsystemen lijkt gerechtvaardigd blijkens een publikatie van de (toen nog) Afdeling der Geodesie van de TH-Delft bij de opening van het nieuwe gebouw voor Geodesie. Daarin staat (7): "Vastgoedsystemen is een nieuw aspect van de geodesie (!). Het is de kant van de geodesie die zich speciaal richt op het tot stand brengen en het instandhouden van moderne administratiesystemen betreffende onroerend goed".

Niet alle geodeten zagen in vastgoedsystemen of vastgoedinformatiesystemen, een nieuw werkterrein. Er werd nogal terughoudend gereageerd op het nieuwe fenomeen. De aandachtige lezer van de strip van de hand van A. Maas (8) achterin het Snellius Lustrumboek 1975-1980, kan daaruit die conclusie duidelijk trekken.

Maatschappelijke ontwikkeling van de term vastgoed(informatie)

In de in 1983 uitgegeven: Vastgoedinformatie deel 1; Inleiding (9) beschrijft Bogaerts het vastgoed, door er een indeling van te geven:
"Vrij algemeen is men het erover eens dat het vastgoed kan worden ingedeeld in de volgende gebieden:
- bestuurlijke gebieden
- verzorgingsgebieden
- gebieden met een bepaalde bestemming
- netwerken
- objecten".

Recent zegt Bogaerts (10) daarover: "Toen ik dertien jaar geleden hoogleraar werd, bestonden er nog geen geografische informatiesystemen. Ik heb toen de definitie heel ruim gemaakt. Vandaar dat ik onder vastgoed niet alleen fysieke objecten heb genomen, maar ook geografische eenheden zoals steden, gemeenten of landen als geheel. Volgens geografen klopt dat nu niet meer. Ik maak mij hier overigens niet zo druk om. Als men vastgoed alleen wil definiëren als concrete objecten op, of in het aardoppervlak, dan vind ik dat prima".

De bestuurlijke overlegcommissie overheidsautomatisering (BOCO) geeft in 1983 (in rapport nummer 10) (11) een definitie. Deze wordt in "Vastgoedinformatie" een concept voor de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening (12) in 1988 herhaald. De definitie luidt:
"Vastgoed is de verzameling van alle reële en virtuele elementen die een vaste plaats ten opzichte van het aardoppervlak bezitten".
Zelf gebruik ik nog weer een iets andere omschrijving. In "Inleiding Vastgoedregistratie" (13) leest men: "Vastgoed; dat zijn alle elementen met een vaste plaats boven, op, in of onder de aardoppervlak". Als elementen worden gedefinieerd elke grootst mogelijke aaneengesloten verzameling punten (met een vaste plaats ten opzichte van het aardoppervlak) die alle dezelfde van te voren afgesproken kenmerken hebben.
"Vastgoed" is een typisch Nederlandse term. Het is een onvertaalbare term en tegelijkertijd een begrip dat niet eenduidig wordt gebruik in ons land. Men kan spreken van een ruime en van een enge opvatting van vastgoed.
De enge opvatting is die, waarbij vastgoed wordt gezien in associatie met makelaardij en projectontwikkeling. Vastgoedbeheer, vastgoedbemiddeling en het tijdschrift "Vastgoed", het maandblad van de Nederlandse Vereniging van Makelaars gebruiken de term vastgoed doorgaans in die zin (14). In dat maandblad wordt gesteld: " Vastgoed (het maandblad) richt zich speciaal op de makelaardij in onroerende goederen. Het bevat onder meer artikelen over de juridische, fiscale, economische en bouwkundige aspecten van onroerend goed, bedrijfsvoering, financiering en assurantie."

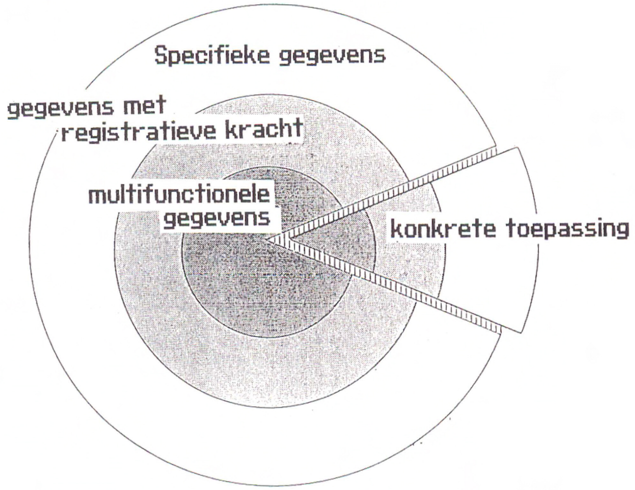
Vastgoedsystemen in de ruime betekenis van het woord, worden heel goed aangegeven in een door de Raad voor de vastgoedinformatie (Ravi) uitgegeven brochure (15). In Nederland kwam het ruime begrip vastgoed, voor zover ik kon nagaan, voor het eerst als zodanig voor in het nieuwe onderwijsprogramma voor geodesie aan de (toen nog) TH-Delft. Dit programma is beschreven in Hoofdlijnen van het nieuwe studieprogramma geodesie; Nederlands Geodetisch Tijdschrift 1973 bladzijde 23 en verder (3). In het tweede jaar van de studie wordt gedurende een half jaar onderwijs gegeven in de vastgoedsystemen. Daarmee was Delft de eerste onderwijsinstelling waar vastgoedsystemen als zodanig aan de orde kwamen. Aan de (toen nog) HTS-Utrecht duurde het tot 1979 voor daar het vak vastgoedregistratie werd ingevoerd. Terwijl aan de MTS opleiding Landmeetkunde eerst in 1990 een begin gemaakt wordt met het vak vastgoedinformatie.
De eerste keer dat de term vastgoed gebruikt wordt in de ruime zin, buiten de onderwijswereld, vind ik in het "Basisplan voor de ontwikkeling van gemeentelijke informatiesystemen" uitgebracht in 1974 door de toenmalige Stichting Ontwikkeling Automatisering Gemeenten (SOAG) (16).
Na deze op ruime schaal bekend geworden publikatie, waarin de term vastgoed in brede zin werd gebruikt, komt men de term snel vaker tegen. In publikaties over planologische en technisch-administratieve geodesie nummer 8, geeft Bogaerts het vak vastgoedsystemen een duidelijke basispublikatie. Met "De modernisering van vastgoedsystemen 1", wordt het vak vastgoedsysteem aan de (toen nog) TH-Delft van een eerste gedrukt dictaat voorzien (17).

Bij de rijksoverheid kreeg de ontwikkeling van het vakgebied en de ruime betekenis van de term vastgoed vooral gestalte, toen men het aanvankelijk als Kadasterraad genoemde orgaan als Raad voor de vastgoedinformatie verwezenlijkte. Op 14 juni 1984 werd in Nederland een adviesorgaan ingesteld, dat de coördinerend bewindspersoon voor de vastgoedinformatie, moet bijstaan in die coördinerende taak: de voorlopige Raad voor de vastgoedinformatie (Ravi). Het voorvoegsel 'voorlopig' zal komen te vervallen zodra de onderwerp-Kadasterwet van kracht wordt. De Ravi zal dan een wettelijke basis hebben. Tijdens de conferentie "Vastgoedinformatie, van beleid naar uitvoering", op 2 juni 1987, is de Ravi zeer duidelijk voor het voetlicht getreden (18).

Eén van de hoofddoelen van de werkzaamheden van de Ravi is de structurering van de vastgoedinformatie in ons land. De ontwikkeling van de vastgoedinformatie is, mede onder invloed van met name de zogenaamde richtinggevende rapporten van de Ravi, nog lang niet afgelopen.

Dank zij de activiteit van de afdeling Informatiebeleid, Beleidsanalyse en Automatisering(IBA) van de VNG staat vastgoed gemeentelijk volop in de

belangstelling. Onder leiding van de IBA kwam de VNG eind 1988 met een beleidsconcept (19) voor de gemeentelijk vastgoedinformatie, dat sterk structurerend zal werken.
Met het beleidsconcept heeft de VNG een aantal interessante uitgangspunten geformuleerd. Zo stelt men dat een basisgegeven aan twee criteria moet voldoen. Het moet multifunctioneel (dat wil zeggen door verschillende organisatie onderdelen) gebruikt worden en/of het moet registratieve kracht (koppelmogelijkheden met andere vastgoedelementen) bevatten.
In de figuur wordt dat als volgt geïllustreerd:



Administratieve gegevensstructuur
volgens VNG

Inmiddels wordt vanuit de VNG hard gewerkt aan het invullen van enkele gemeentelijke functionele ontwerpen op vastgoedinformatiegebied.
Naast de lokale overheid zijn ook provincies, waterschappen en de semi-overheden als nutsbedrijven, druk bezig met plannen op het terrein van vastgoedinformatie.

Betekenis van vastgoed(informatie)systemen

De voorzitter van het door de VNG (IBA) in het leven geroepen platform voor Vastgoedinformatie, de burgemeester van Vlissingen J.C.Th. van der Doef, stelt

over vastgoed in een interview (20) vast:
"70% van een college- of raadsagenda heeft betrekking op vastgoed. Heel veel functies van een gemeente, of dat nu gaat om ontwikkeling, beheer of financiering hebben te maken met een van de aspecten van vastgoed, omdat het zo'n containerbegrip is. Gebouwen, bestemmingsplannen, volkshuisvesting, industriebeleid, financieel beheer, vervoer, nutsvoorzieningen: het heeft er allemaal mee te maken. Het gaat er vooral om, en dat is met name het verhaal voor bestuurders, dat de gemeenten zich met al de terreinen wel bezig hielden, maar daar nooit de accolade van vastgoed omheen gezet hebben".

Men kan vastgoed als samenhangend geheel niet goed benaderen uit de zeer vele toepassingen waarin men vastgoedinformatie tegenkomt. Voor een goede bestudering is het ook noodzakelijk om vastgoed als een groot samenhangend geheel te beschouwen en dus als zodanig te bestuderen. Dan krijgt de breedheid (het containerbegrip) pas vorm.

Er zijn twee belangrijke oorzaken aan te wijzen voor de sterke belangstelling voor vastgoedinformatie op dit moment.
De eerste oorzaak is de toename van de automatisering in organisaties. Er vanuit gaande dat in organisaties een zekere mate van digitalisering van gegevens heeft plaats gehad, wordt door automatisering meer dan ooit tevoren de mogelijkheid geboden om de daar aanwezige gegevens te ordenen en te combineren naar steeds andere invalshoeken. Maar tegelijkertijd brengt dit de verschillen in bijhouding en actualiteit van de digitale gegevens aan het licht. Van daar uit ontstaat dan vaak de behoefte aan ordening en classificatie van de vastgoedgegevens. Juist omdat vastgoed zo'n containerbegrip is, heeft vrijwel alles op de een of andere manier met vastgoed te maken.

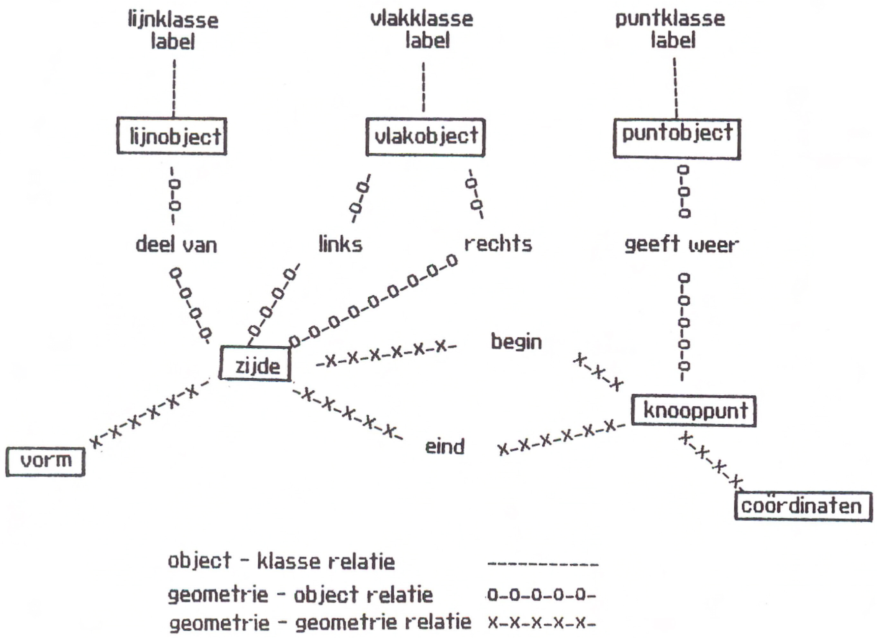
De tweede oorzaak ligt in de enorme ontwikkeling bij de verwerking door en opslagcapaciteit van computers. Waar men vijf jaar geleden nog een minicomputer voor nodig had, kan nu met gemak en binnen kortere tijd op een PC worden verwerkt. Dat lijdt al snel tot eilandautomatisering en daarmee maar al te vaak tot het niet kunnen combineren van allerlei gegevens uit de verschillende niet compatibele bestanden.

Steeds wordt duidelijker dat voor vastgoedgegevens gebruik gemaakt moet worden van gestandaardiseerde gegevensstructuren. Op het gebied van de administratieve data is door de VNG (IBA) en de Ravi de laatste jaren baanbrekend werk verricht. Het beleidsconcept voor de gemeentelijk vastgoedinformatievoorziening, de gemeentelijke functionele ontwerpen en de richtinggevende rapporten (21) van de Ravi, worden als leidraad gebruikt bij de ontwikkeling van definiëring van vastgoedelementen. In dat laatste speelt ook het Kadaster een

belangrijke rol. Hier wordt thans de classificatie van topografische elementen verder opgepakt.

Ook op het gebied van geometrische gegevens van vastgoedelementen is de theorievorming op gang gekomen. Er lijkt een formele structuur voor geometrische databestanden in Nederland te ontstaan. Men gaat daarbij uit van wiskundige technieken. Op die manier kan men de computer zelf met enige kunstmatige intelligentie uitrusten zodat, min of meer automatisch, (althans een deel van) de problematiek wordt voorkomen. Voorbeelden van dit soort technieken zijn de in Dual Independent Map Encoding (DIME) en de moderne POLYVRT systeem toegepaste controles in een topologisch bestand. Maar ook denk ik hierbij bijvoorbeeld aan het onderscheid tussen harde topografie en zachte topografie in een bestand.
Aan de Landbouw Universiteit Wageningen is door de vakgroep landmeetkunde, fotogrammetrie en remote sensing op dit gebied baanbrekend werk verricht. Men pleit daar voor een formele gegevensstructuur voor enkelvoudige vectorkaarten. In NGT/Geodesia 1989 nummer 9 (22) geeft Molenaar daarvan een beschrijving. De figuur die daarbij gebruikt wordt is als volgt:

Formele gegevensstructuur voor enkelvoudige vectorkaarten
(vlgs. prof. Molenaar LU-Wageningen)



Daarnaast zijn er nog een aantal ontwikkelingen te noemen, die structurerend werken op de vastgoedinformatie in Nederland. Te denken valt daarbij onder andere aan de Automatisering van de Kadastrale Registratie (AKR), het project Landmeetkundige Kartografische Informatievoorziening (LKI) en de Grootschalige Basiskaart van Nederland (GBKN). Allemaal (ontwikkelings-) projecten van het Kadaster.

Het Landmeetkundig Gezelschap Snellius en de vastgoed(informatie)systemen

Op verzoek van de lustrumboekcommissie heb ik een beknopte verkenning uitgevoerd naar vijftig jaar Snellius en de in die tijd plaats gehad hebbende ontwikkeling rondom vastgoedinformatiesystemen. Duidelijk is dat slechts in de tweede helft van het bestaan van ons Landmeetkundig gezelschap sprake is geweest van vastgoedinformatie in de geodetische opleiding. Maar tegelijkertijd biedt die korte historie van vastgoedinformatiesystemen al meteen een dynamisch beeld. Het werkterrein van de geodeet, en daarmee het werkterrein van Snellius, heeft onder invloed van de ontwikkeling van het begrip vastgoedinformatiesystemen een enorme verruiming ondergaan. Zonder veel overdrijving kan men hier een ontwikkeling zien die sterk lijkt op een S-curve.
Verschillende fasen van de ontwikkeling zijn vrijwel afgesloten. Zo is duidelijk dat de oorspronkelijk gevoelde tegenstelling bij automatiseren namelijk centraal-decentraal is omgezet naar een gemeenschappelijk streven naar gecontroleerde decentralisatie. De conversieslag analoog-digitaal is ver gevorderd. Thans moet veel energie gestoken worden in de wiskundige theorievorming rond geometrische bestandsopbouw.

De laatste vijftien jaar is sprake van een enorme uitbreiding van mogelijkheden voor geodeten onder invloed van de vastgoedinformatie. Vooralsnog lijkt het erop dat we de voorlopige limiet aan de top van die S-curve nog niet in zicht hebben. Het is daarom mijn vaste overtuiging dat ook in een volgend Snellius lustrumboek vastgoedinformatie weer ter sprake zal worden gebracht.

Literatuurverwijzingen

1. A.J.G. Haselbekke en G. de Man; Macro-economie; Stenfert Kroese 1985.
2. H.A.L. Dekker; Landmeten: nog steeds een uitdaging? Geodesia nr. 11, november 1979
3. L. Aardoom; Hoofdlijnen van het nieuwe studieprogramma geodesie; Nederlands Geodetisch tijdschrift 1973 blz. 23 e.v.
4. M.J.M. Bogaerts; Afbeelding van de werkelijkheid, Inaugurele rede 1977.
5. Brochure "GEODESIE" uitgegeven door de (toen nog) Afdeling der Geodesie van de TH-Delft.
6. M.J.M. Bogaerts; Vastgoedgeodeet. Bijdrage in zevende lustrumboek Snellius 1975-1980. Delftse

Uitgeversmaatschappij.
7. "Geodesie wil zeggen": Publikatie van de (toen nog) Afdeling der Geodesie van de TH-Delft bij de opening van het nieuwe gebouw voor Geodesie.
8. A. Maas; Heer Bogel en de studieactualisering; Lustrumboek Snellius 1980.
9. M.J.M. Bogaerts; Vastgoedinformatie deel 1: Inleiding, Delftse Uitgeversmaatschappij
10. M.J.M. Bogaerts; "Online" 1e jaargang nr. 5, Magazine van GCEI. september 1989.
11. BOCO rapport nr. 10.
12. "Vastgoedinformatie" Een concept voor de gemeentelijk vastgoedinformatievoorziening. Uitgave VNG.
13. H.A.L. Dekker; Inleiding Vastgoedregistratie (diverse drukken) Numy Leiden
14. Vastgoed; maandblad van de Nederlandse Vereniging van Makelaars in onroerende goederen NVM.
15. Vastgoedinformatie; Brochure uitgegeven door de voorlopige raad voor vastgoedinformatie Ravi
16. SOAG "Basisplan voor de ontwikkeling van de gemeentelijke informatiesystemen" 1974.
17. Publikaties over planologische en technisch-administratieve geodesie nr. 8, M.J.M. Bogaerts; "De modernisering van vastgoedsystemen 1", TH Delft.
18. Proceedings van de conferentie "Vastgoedinformatie: van beleid naar uitvoering" (uitgegeven door de Ravi, Postbus 9046 7300 GH Apeldoorn.)
19. Beleidsconcept voor de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening. December 1988 VNG-uitgeverij.
20. "online"; periodieke uitgave van GCEI(Amsterdam)-Informatieplanning en automatisering 1e Jaargang nr. 5 September 1989.
21. Structurerend rapporten van de Ravi zijn onder andere Rapport nr. 4 Basisidentificatiesystemen voor vastgoedinformatie; rapport nr. 5 Een basisegistratie van gegevens over woonverblijven; rapport nr. 15 Een basisregistratie van gegevens over overige gebouwen zijnde niet-woonverblijven.(uitgegeven door de Ravi, Postbus 9046 7300 GH Apeldoorn.)
22. M. Molenaar; NGT/Geodesia 1989 nr. 9 "Een formele gegevensstructuur voor enkelvoudige vectorkaarten"

EEN HALVE EEUW IN HET RECHT

Mr. D.L. Rodrigues Lopes

Inleiding

De maatschappelijke ontwikkeling van de laatste vijftig jaar is in historisch perspectief - en ook anderszins - duizelingwekkend te noemen. Eerst met het begin van de Eerste Wereldoorlog was definitief afscheid genomen van de negentiende eeuw. Onze eeuw begint dus met vijf jaren van ongekende verschrikkingen, vooral te velde, vervolgens tien jaar voorspoed, behalve bij de verliezende landen, dan bijna tien jaar crisis. In die crisis ligt het vertrekpunt van deze algemene beschouwing. Uit de Tweede Wereldoorlog komt een "nieuwe" wereld te voorschijn. In Europa duurt de wederopbouw nog zo'n tien jaar. Daarna begint, om zo te zeggen, een geweldloze internationale continue Revolutie die nu nog niet aan vaart heeft verloren. In deze turbulente halve eeuw is, noodzakelijkerwijs, het recht ingrijpend veranderd. Er is een vloed van wetgeving tot stand gekomen, de status van de wet is uitgehold, deels ten voordele van de rechtspraak. Interpretatieverandering, taalontwikkeling en ook het systeem van het recht zijn, elk voor zich en in vereniging, een rol te gaan spelen. Over een en ander volgen nu schetsen waarin het nodige geo-recht te vinden zal zijn.

Nieuwe wetgeving

Rechtsgelijkheid en economische ongelijkheid geven het recht van de sterkste te veel kans. In de crisis was dus de tijd rijp bepaalde groepen zwakkeren door wetgeving een krachtiger positie te verschaffen. We zien dan al veel dwingend recht ten behoeve van de koper op afbetaling (huurkoper, 1936), de arbeider

(verbindendverklaring c.a.o. 1937) en de pachter (1937). Laatstgenoemde ontleent, na de Crisispachtwet (1932), aan de Pachtwet (1937), het Pachtbesluit (1941) en de Pachtwet (1958) een in toenemende mate versterkte positie. De pachtprijs is bijzonder laag in relatie tot de waarde van het pachtobject (algemene maatregel van bestuur op basis van de wet), de eerste gebruiksperiode is nogal lang en de kans op jarenlange verlenging groot, de pachter kan veilig investeren, het pachtrecht kan onder agrarisch relevante voorwaarden in de familie blijven (indeplaatsstelling) en de pachter kan betrekkelijk goedkoop tot eigenaar promoveren (voorkeursrecht). Dit alles gaat ten koste van de eigenaar die zich de verpachting als een daad van beschikking gaat realiseren en die de waarde van het verpachte object door de verpachting veelal met meer dan 50% ziet teruglopen.
Het pachtrecht illustreert de vermindering van de waardering voor de eigenaar die zijn zaak niet zelf gebruikt. De belegger heeft in politicis de laatste vijftig jaar menige veer gelaten. Eerst in onze tijd lijkt deze ontwikkeling haar einde te naderen. We hebben het over de eigendom in het privaatrecht, over de verhouding van de eigenaar tot andere gerechtigden op de zaak. In het publiekrecht heeft de eigendom grote deuken opgelopen. Het onschendbare en heilige recht van weleer (1789) werd sinds medio vorige eeuw geleidelijk vatbaarder voor onteigening in het algemeen belang. Sinds 1924 bestaat wettelijke ruilverkaveling. De kern daarvan is toedeling naar evenredigheid (in waarde) van de inbreng. Reeds bij de eerste wet is de aanleg van wegen en waterlopen mogelijk, zij het nog niet tegen de wil van de betrokken grondeigenaar. Bij de tweede wet, die van 1938, speelt de wil van die eigenaar geen rol meer met betrekking tot die aanleg en evenmin tot een 5%-afwijking van het evenredigheidsprincipe. Zodoende kon het een halve eeuw geleden reeds gebeuren dat een meerderheid van eigenaren (hoofden of hectaren) zeer ingrijpende beslissingen nam ook omtrent de eigendom van andersdenkenden. In 1954 maakt de Ruilverkavelingswet een aantal belangrijke sprongen voorwaarts, zo met de toewijzing van maximaal 5% van het blok aan openbare lichamen voor niet-agrarische doeleinden en met het landschapsplan. Die toewijzing is een onteigening in ruilverkavelingsverband, en treft dus niet enkele, toevallige eigenaren. Reeds tien jaar later, in 1964, bleek dat de ruilverkavelingspraktijk allerlei ontwikkelingen had doorgemaakt, niet gehinderd door de wet dan wel enigszins. De ontwikkelde praktijken wilde men legaliseren, andere scheppen, het voorbereidende stadium sterk bekorten en aan niet-agrarische doeleinden meer ruimte bieden dan de toewijzing toeliet. Zo werd het begrip landinrichting geboren dat via twee speciale regio-wetten uitmondde in de Landinrichtingswet van 1985.
En dan zijn bouw- en aanlegvergunningen, vestigingsvergunningen, Hinderwetvergunningen en dergelijke vereist waardoor een groot deel van de macht van de eigenaar oude stijl is overgeheveld naar de overheid.

Relatieve betekenis van wetgeving

Een groot wetgevingsvolume garandeert geenszins hoge kwaliteit. Er werden op verwante gebieden verschillende stelsels geïntroduceerd, sommige aangelegenheden bleven ongeregeld, dikwijls stuitte een onderneming op verschillende procedures zonder synchronisatie. Sommige wetgeving vertoonde een experimenteel karakter, was min of meer bedoeld om, nadat ervaringen waren opgedaan, te worden verbeterd, vernieuwd, vervangen of ingetrokken. Vervolgens laat de wetgever niet zelden te veel over aan de rechter, volgens sommigen een symptoom van gemakzucht. Maar de wetgever heeft lang niet altijd goed opgepast met de formulering van de bepalingen. Zo zijn de bewoordingen dat een regeling elders in dezelfde wet van overeenkomstige toepassing is, een bron van problemen; zulks blijkt bij substitutie daarvan. Vaak is niet geregeld wat het gevolg is van het uitblijven van besluiten of andere handelingen. Al deze losse einden en gaten in de formulering leiden tot rechtspraak, overbelasting van de rechterlijke macht, tijdverlies bij allerlei uitvoering, juridificatie (ook: te veel juristen), hoge kosten en demotivatie van ondernemende geesten. In de vorige eeuw ging de rechter omzichtig om met het Burgerlijk Wetboek dat van 1838 dateert; eerst na verloop van lange tijd en bijbehorende maatschappijverandering veroorloofde hij zich ruimere interpretatievrijheid. In onze tijd kan de rechter de nieuwe wet soms niet letterlijk opvatten vanwege een ongerijmdheid of een onbedoeld gevolg.

Norm, taal en interpretatie

Op het eerste gezicht is het zeer eenvoudig een norm te stellen. Ik neem de lezer even mee naar het Oude Testament. "Ge zult geen bokje koken in de melk van zijn moeder" (Exodus 23, 19; Deuteronomium 14, 21). De taal is duidelijk, de norm is duidelijk, het is ook zeer gemakkelijk het verbod na te leven. God verbiedt in het algemeen af te wijken van zijn rechtsvoorschriften (Deuteronomium 5, 29), een zeer duidelijk geformuleerde norm, maar vrijwel onmogelijk na te leven. De absolute scheiding tussen melk- en vleesproducten in de Joodse huishouding is op de regel van het bokje gebaseerd. Zijn de rabbijnen onbevoegde wetgevers naast God of hebben zij God's wet geïnterpreteerd? God was duidelijk met zijn norm. Men mag een bokje koken in melk, zelfs in geitemelk, als de geit maar niet de moeder van het bokje is. Wat de rabbijnen vragen, is niet volmaakt na te komen.

Juristen en ook anderen kennen art. 1401 B.W. en enkele bijzondere gevallen (tot art. 1415). De artikelen gaan over schade, causaliteit, schuld, Schutznorm, onrechtmatigheid en wijze van schadevergoeding; verder speelt de verhouding tot wanprestatie een rol. De omvang van de rechtspraak is gigantisch, maar zou niet

geringer zijn geweest indien art. 1401 had geluid: "Gij zult aan een ander geen schade toebrengen". Alleen de trefwoorden zouden ten dele anders zijn gekozen. Interpretatie begint bij nauwkeurig lezen. Is dat niet toereikend om het geval in kwestie te omvatten, dan kunnen we de bandbreedte van de gelding van de regel uitbreiden of beperken. In het eerste geval is sprake van analogie, in het tweede kan een andere regel gaan gelden of bevinden wij ons in een vrije zone. De keuze van de interpretatiemethode is beslissend. Bepalend is daarbij het resultaat dat wij willen bereiken. Onze wil wordt bepaald door de rol die wij spelen, bijvoorbeeld die van advocaat of rechter, door ideologische (niet-juridische) voorkeur en door de stand der maatschappelijke ontwikkeling. De opvattingen van, om iets te noemen, 90% van de lezers van NRC/Handelsblad liggen niet zó ver uiteen, hoewel godsdienst en atheïsme, Christen-democratie, socialisme, liberalisme of de hoedanigheid van ambtenaar, werknemer, zelfstandige, practicus, theoreticus, vrouw, man, jongere, oudere, leider, ondergeschikte, uiteenlopende opleidingsniveaus en financiële mogelijkheden hen zouden kunnen verdelen. De lezers absoluteren niet, hebben geen precieze mening, bevinden zich in een onzekerheidsgebied, waar zij enerzijds en anderzijds denkende zijn. Zo kunnen zij het onderling eens worden, althans niet oneens.

De macht van het systeem

De mens heeft veel bedacht, sterker nog, het vermogen tot denken typeert de mensheid, al zijn het mensen van een bepaalde soort die verantwoordelijk zijn voor het echte denken. Uit één geheel, nu een theoretisch generalisme, zijn historisch bepaalde, dus deels toevallige, vakken ontstaan. We hebben het over de hoofdvakken (dus niet bijvoorbeeld ziekenhuiseconomie of woonsociologie). De vorming van vakken is een kwestie van ordenen, volgens sommigen door en in navolging van Aristoteles. Ordening is het maken van een keuze, van een beslissende keuze; na de keuze is ook enig kwaad geschied, al weten we nog niet welk. We beginnen axiomata te formuleren, soms te veel, soms te weinig. Dan formuleren wij basisbegrippen om dan te vertakken tot verdere begrippen. We stellen relaties voor tussen begrippen en we hebben een vak of een groep van vakken. In de B-vakken vormen we een theorie, die, indien niet onaannemelijk, volgelingen vindt en stand houdt totdat een proef de onjuistheid aantoont. We werken aan gave modellen en slagen er in de materie daarin onder te brengen. Maar de werkelijkheid laat zich niet, of zeker niet geheel, aldus behandelen en zet theorieën en modellen te kijk en wetenschappers in hun hemd. Alleen een goed gesloten systeem werkt, zoals in de wiskunde veelal gelukt (zeker niet altijd) en bijvoorbeeld in het schaakspel.
Het recht tracht niet de samenleving te begrijpen of te beschrijven, doch voor een belangrijk deel te normeren. Ook hiertoe is een begrippenapparaat opgebouwd.

Sommige begrippen dateren van de Oudheid, andere zijn juist in onze tijd ontstaan.
In het vermogensrecht onderscheiden wij zakelijke en persoonlijke rechten. Hebben beide betrekking op een zaak, dan verschillen zij door hun geldingsgebied dat de gehele mensheid buiten de gerechtigde bestrijkt respectievelijk een bepaalde persoon of bepaalde personen. We hebben hier een onderscheiding die tevens een scheiding had kunnen zijn. Historisch verklaarbaar is dat huur en pacht, persoonlijke rechten, werken tegen verhuurder/verpachter èn tegen de derde-verkrijger van de zaak. Wij kennen de vormvrije (mondelinge) pachtovereenkomst, al dan niet gevolgd door pachtakte of vastlegging bij vonnis, en goedkeuring door de grondkamer. Dat is een geheel andere ontstaanswijze dan die van de zakelijke rechten, zijnde achtereenvolgens verbintenisrechtelijke overeenkomst van verlening, zakelijke overeenkomst van vestiging, overschrijving daarvan in de openbare registers. Zakelijke rechten werken jegens alle derden, met name derde-houders van de zaak. Huur en pacht doen denken aan onregelmatige werkwoorden (denk bijvoorbeeld aan zijn: ik ben, ik was, ik ben geweest tegenover ik werk, ik werkte, ik heb gewerkt), eveneens het gevolg van een historisch gebrek aan discipline.
Persoonlijke rechten kunnen op zichzelf staan dan wel in verband met andere persoonlijke rechten, maar ook als complement van zakelijke rechten, bijvoorbeeld de erfpachtsvoorwaarden bij erfpacht. Zakelijke rechten kunnen niet op zichzelf staan, zij zijn vermengd met persoonlijke rechten. Alleen bij een door verjaring ontstaan zakelijk recht kan dit anders zijn. Houdt men strikt vast aan het systeem, dan kan men de zakelijke en de persoonlijke rechten van elkaar scheiden, kan men de beide categorieën onafhankelijk van elkaar zien. Dan kan een zakelijk recht, in plaats van te eindigen door het verstrijken van de looptijd en opnieuw gevestigd te worden voor een nieuwe tijdsduur, in stand blijven met vervanging van het geheel of een deel van het oorspronkelijke bijbehorende verbintenissenrecht; dit kan, behalve de tijdsduur, bijvoorbeeld de tegenprestatie en het beheer betreffen. Veel hangt af van de beslissing of wij het systeem, de begrippen, tot het einde toe willen hanteren dan wel nieuwe begrippen willen introduceren of begrenzingen aanbrengen in de werking van ons begrippenapparaat.
Tenslotte de begrippen bestemming, inrichting en beheer. We kennen het bestemmingsplan sinds de Wet op de Ruimtelijke Ordening (1962), de inrichting uit de Hinderwet en de Pachtwet (1958). In art. 30 Pw. gaat het om de mogelijkheid van wijziging van bestemming, inrichting of gedaante van het pachtobject door een van de partijen. Bestemming moet aldaar duiden op een agrarische bestemming, wijziging op omzetting van een agrarische bestemming in een andere agrarische bestemming. Inrichting is waarschijnlijk de feitelijke toestand. Later betekent dit begrip juist wijziging van de feitelijke toestand, de nieuwe inrichting is de wijziging van de oude inrichting. Beheer is de zorg voor de

instandhouding, maar kan wel enigszins dynamisch worden opgevat. We stellen ons voor dat een gebied een andere bestemming krijgt, dat vervolgens werken worden uitgevoerd en dat het resultaat van een en ander in stand wordt gehouden; daarbij zien wij voor ons een bestemmingsplan, een inrichtingsplan en een beheersplan. Bij nader inzien blijkt het bestemmingsplan beheersbepalingen te bevatten (de gebruiksvoorschriften) en in hogere zin (bijvoorbeeld uit het Christen-democratische rentmeesterschap) zelf een beheersplan te zijn. Bestemming (facet) en inrichting (sector) heten gelijkwaardig totdat in de landinrichting de gemeente wordt "uitgenodigd" een bouw- of aanlegvergunning te verlenen voor een werk dat niet in het nog geldende bestemmingsplan past (art. 130 Landinrichtingswet). De relatieve waarde van de geschapen begrippen dwingt ons tot voortdurende voorzichtigheid; te consequente toepassing van het systeem kan leiden tot nimmer beoogde of zelfs gedachte gevolgen.

De rechter relativeert dwingend recht

De wetgever komt met dwingend recht om de positie van een der partijen te versterken of om in hun beider belang zekerheid te verschaffen. Zo is alleen een investering in het pachtobject door de ene partij mogelijk na voorafgaande schriftelijke toestemming van de andere (art. 30 Pw.). De rechtspraak heeft echter aanvaard dat de pachter akkerbouwland omzette in weiland omdat, gezien de waardevermeerdering, de grondkamer wel desgevraagd de plaatsvervangende machtiging (art. 30 lid 3) zou hebben verstrekt. In andere gevallen zou de verpachter die mondelinge toestemming had gegeven of de verandering zou hebben gedoogd, niet meer te goeder trouw ontbinding van de pachtovereenkomst wegens wanprestatie hebben kunnen vorderen. Een pachter die zonder formele toestemming op de hoeve veel verblijfsfaciliteiten voor derden had geschapen, kreeg de kans deze tot een aanvaardbaarder omvang terug te brengen. Een partij die geen verlenging van de pachtovereenkomst wenst, dient in een bepaalde tijdspanne in een bepaalde vorm (aangetekende brief) ondubbelzinnig daarvan aan de andere kennis te geven (art. 36 Pw.). Hiervan is vaak afgeweken, hetgeen tot veel rechtspraak heeft geleid, gevolgd door veel commentaar uit de kringen van wetenschap en praktijk. Soms bleek de andere partij slachtoffer van zijn reactie op de verkeerde stap van de ene, soms van zijn stilzitten. Afwijking van het wettelijk voorschrift heeft tot gevolg dat het toeval een rol gaat spelen. Interpretatie van de voorschriften en hantering van goede trouw hebben er toe geleid dat men de partij die op niet-verlenging aanstuurt dan wel op investering, dringend moet adviseren zich nauwgezet aan de wettelijke bepalingen terzake te onderwerpen. Mocht dan bij uitzondering een partij de dupe zijn van zijn nalatigheid terzake van vorm of tijd, dan zou de rechter in

extreme gevallen de helpende hand kunnen bieden. Helaas is het interpreteren dan weer begonnen.

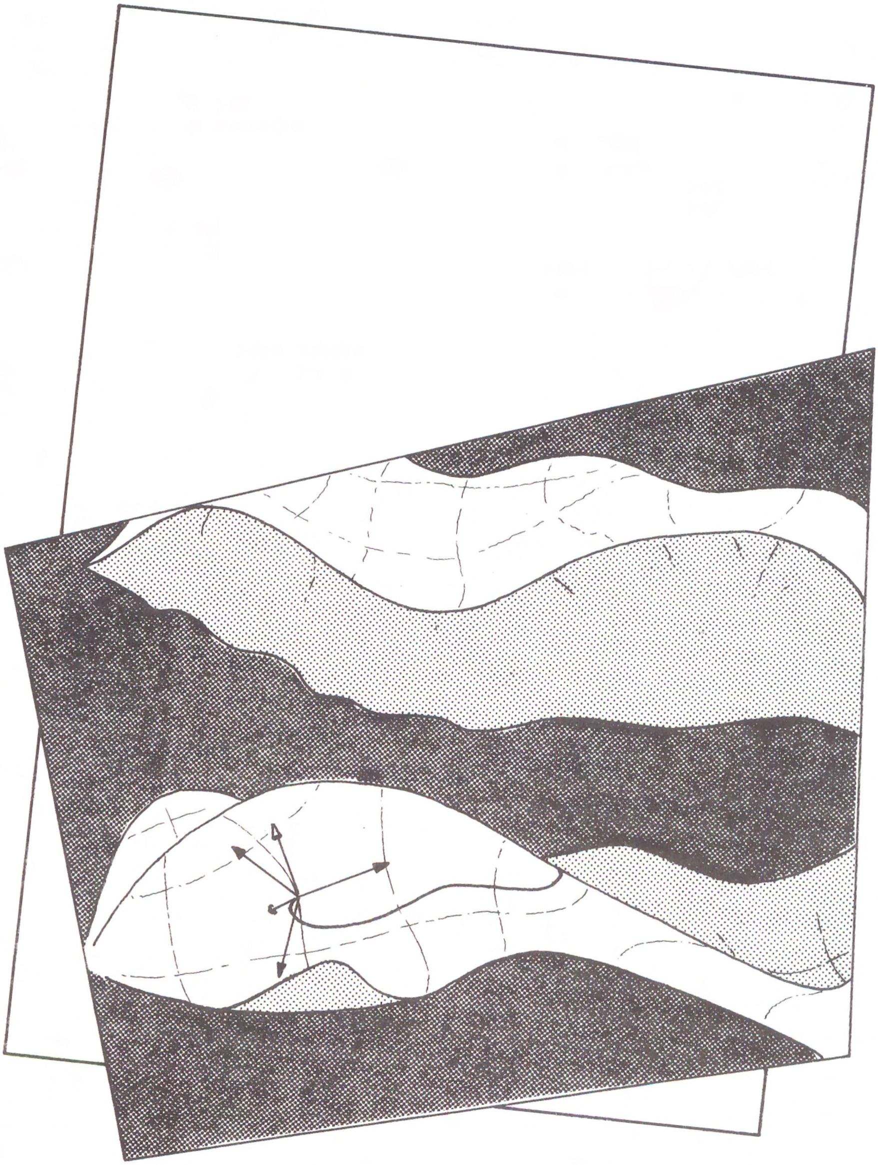
De rechter als plaatsvervangende wetgever

Wij kennen de rechter als toepasser van de wet. Daarbij hebben wij hem zien interpreteren en soms daarin ver zien gaan. De uitbreiding van het onrechtmatigheidsbegrip met de onzorgvuldigheid (Hoge Raad 1919), van de bronnen van de natuurlijke verbintenis met ethiek (H.R. 1926), waaronder de erkenning van de verplichting van de echtgenoot testamentair of anderszins (levensverzekering) te voorzien in het levensonderhoud van de langstlevende (H.R. 1945), beslissende momenten in de rechtvorming, zijn niet meer tot interpretatie te rekenen. De wetgever zou in al die gevallen hebben kunnen voorzien en zou zulks in het eerste geval gedaan hebben, wanneer het omgaan van de Hoge Raad nog langer op zich zou hebben laten wachten.

De pachtkamer van Hof Arnhem heeft onlangs een baanbrekend arrest het licht doen zien, dat ik hier kritisch wil bespreken. Door het overlijden van de pachter eindigt de pachtovereenkomst niet van rechtswege (art. 54 lid 1). Binnen zes maanden na het overlijden kunnen bepaalde naaste verwanten (en de medepachter) indeplaatsstelling vorderen dan wel ontbinding van de pachtovereenkomst (art. 54 lid 2); binnen dezelfde termijn kan ook de verpachter ontbinding vorderen (art. 54 lid 3). Een en ander betekent dat op het overlijdenstijdstip de erfgenamen medepachters worden en die hoedanigheid behouden totdat een eventueel indeplaatsstellingsvonnis definitief is geworden of door een arrest bevestigd. Hierbij gaan wij er vanuit dat de beschermde naaste verwant niet een erfgenaam is. Dat doet zich dikwijls voor (onder andere) omdat àlle bloed- en aanverwanten in de rechte lijn beschermd zijn en omdat de pachter bij de keuze van testamentaire erfgenamen vrij is. Een testamentaire erfgenaam, gekozen opvolger van de erflater-boer en zelf een zeer goede boer, moet wijken voor een beschermde naaste verwant die indeplaatsstelling heeft gevorderd en aan objectieve eisen lijkt te voldoen. Vallen evenwel de hoedanigheden van beschermde naaste verwant en erfgenaam van de pachter in één persoon samen, dan is deze (mede)pachter en is er zijnerzijds geen vordering tot indeplaatsstelling in te stellen; wel kan de verpachter binnen zes maanden na het overlijden van de (vorige) pachter een vordering tot ontbinding van de pachtovereenkomst instellen (ik kom hierop terug). We zouden nu moeten vaststellen dat er een pachtovereenkomst is tussen de verpachter en de erfgenamen van de pachter die op allerlei gronden vatbaar kan zijn voor ontbinding (wanprestatie, bestemmingsverandering van het object), maar binnen zes maanden alleen op grond van een bijzonder geval, te weten het recente overlijden van de pachter-erflater. Die termijn van ten hoogste zes maanden en dat feit, het overlijden, zou de rechter

tot een ontbindingsvonnis moeten leiden. Laat de verpachter die termijn verstrijken dan blijft de pachtovereenkomst tussen verpachter en erfgenaam van de pachter voortbestaan, is het resultaat gelijk aan dat van een met succes bekroonde vordering tot indeplaatsstelling van een beschermde naaste verwant. Dit alles past ook bij het karakter van het pachtrecht als zijnde hoogstpersoonlijk, niet overdraagbaar, niet voor vererving vatbaar dus; de inmiddels overleden pachter was indertijd de keuze van de verpachter. Aldus redenerend volgen wij zowel de wettekst op de voet als blijven wij trouw aan het "systeem". Dit verdeelt de vermogensrechten in zakelijke rechten (we laten andere absolute rechten buiten beschouwing) die in principe overdraagbaar zijn (uitzonderingen zijn twee wettelijke varianten van vruchtgebruik) en persoonlijke rechten. Bij de laatste categorie is schuldoverneming en overdracht van een "rechtspositie" (denk aan die van arbeider, financier, adviseur, kunstenaar, pachter) alleen mogelijk bij een overeenkomst waarbij ook de schuldeiser partij is. Zo is zeker het pachtrecht niet overdraagbaar respectievelijk vatbaar voor vererving. De indeplaatsstelling bij het leven van de pachter (pachtoverneming) en na diens overlijden is een uitzondering, een specifiek kenmerk van het pachtrecht, in persoonlijk opzicht beperkt tot een gesloten groep, zeker niet door zogenaamde interpretatie uit te breiden tot erfgenamen die niet tevens tot die groep behoren. Toch is dit precies wat de pachtkamer van Hof Arnhem onlangs gedaan heeft. Zij heeft namelijk beslist dat de pachtovereenkomst met die erfgenaam-niet beschermde naaste verwant alleen dan moet worden ontbonden, indien van de verpachter niet in redelijkheid voortzetting van de overeenkomst kan worden verlangd (12 december 1988, Agrarisch Recht 1989, 4271). Enigszins ten overvloede overwoog zij dat bij de beslissing naar billijkheid, afweging van de belangen van partijen dus, geen hogere eisen zouden moeten worden gesteld aan het belang van de erfgenaam in een ontbindingszaak dan aan die van een beschermde naaste verwant in een indeplaatstellingsgeding. Niet alleen dat er twee groepen zijn, de beschermde naaste verwanten en de erfgenamen sec, ook de gedingen zijn verschillend; alleen in de indeplaatstellingszaak is er de beslissing naar billijkheid, zoals die volgens de rechtspraak vrijwel samenvalt met de toetsing van de geschiktheid van de verwant die indeplaatsstelling vordert. Al met al heeft het Pachthof de erfgenaam sec, voorzover die boer wil zijn en kan zijn en geen beschermde naaste verwant met succes indeplaatsstelling vordert, aan een unieke opvolging geholpen. Tenslotte wil ik, zoals aangekondigd, ingaan op het geval dat de erfgenaam tevens beschermde naaste verwant is, denk in de eerste plaats aan echtgenoot of zoon. Als erfgenaam is deze pacht(st)er geworden. Zou de verpachter binnen zes maanden ontbinding vorderen, dan zou, volgens mij, de rechter de vordering moeten toewijzen. Daarom zou de pachter in reconventie indeplaatsstelling moeten vorderen. In het geding is zijn mate van geschiktheid dan beslissend. Achteraf gezien ontleent hij zijn pachtrecht aan het vonnis, niet aan het erfrecht. Vordert de verpachter geen ontbinding, dan is de erfgenaam-beschermde naaste

verwant zes maanden lang pachter op grond van het erfrecht en daarna door de onbevoegdheid van de verpachter nog ontbinding ex art. 54 te vorderen. Wordt evenwel de opvatting van het Hof vaste rechtspraak, dan heeft het het recht terzake ingrijpend gewijzigd.



DE ONTWIKKELINGEN IN DE MEETKUNDIGE GEODESIE

Ir. G. Bakker

Het schrijven van een artikel over de ontwikkelingen in de Meetkundige Geodesie in de laatste 50 jaar leek me aanvankelijk niet zo'n probleem. Het verzoek daartoe was door Uw redactiecommissie al ruim van te voren gedaan. Als de datum van inzending van de copy nog in het verre verschiet ligt, is het zelfvertrouwen ook nog in voldoende mate aanwezig en de toezegging is al snel gegeven. Als deze datum dan echter naderbij komt, neemt dit vertrouwen in eigen kunnen naar evenredigheid af.

De moeilijkheid ligt er vooral daarin dat de naam Meetkundige Geodesie niet refereert aan een welomschreven vakgebied.
Het vak Meetkundige Geodesie is bij de laatste herprogrammering van het onderwijsprogramma in de eindjaren '70 ontstaan uit de samenvoeging van vijf afzonderlijke vakken uit het oude programma.
Deze vakken waren: Boldriehoeksmeting (een onderdeel van het vak Praktisch Rekenen), Aansluitingsmethoden, Kaartprojecties, Geodetische Berekeningen en tenslotte Differentiaalmeetkunde dat op de afdeling Wiskunde werd gegeven.
De integratie van deze vakken ging vergezeld van ongeveer een halvering van het aantal college-uren omdat men algemeen van oordeel was dat het kennisgebieden betrof die òf als afgerond beschouwd konden worden òf die niet meer relevant waren in de opleiding.
De naamgeving van het nieuw ontstane vak gaf wel enige moeilijkheden. De naam Mathematische Geodesie leek de meest voor de hand liggende. In 1968 was immers het opzienbarende standaardwerk van Hotine, 'Mathematical

Geodesy', verschenen en daarin werden onderwerpen behandeld die tot het vakgebied behoorden van wat in Delft Meetkundige Geodesie genoemd zou gaan worden: de ontwikkeling van mathematische modellen voor al de geodetische waarnemingen in de drie-dimensionele ruimte.
In Delft was echter de naam Mathematische Geodesie al jaren lang in gebruik voor het vak dat de waarnemingsrekening, de vereffeningstheorie en de puntsbepaling in het platte vlak omvatte.
Er is toen uiteindelijk maar voor de naam Meetkundige Geodesie gekozen, een naam die bijna aangemerkt kan worden als een tautologie: meer van hetzelfde dus.
In Nederland denken we bij de inhoud van het vak Meetkundige Geodesie al gauw aan de vakken waaruit het, min of meer toevallig, is ontstaan, in het buitenland zal het echter niet erg duidelijk zijn wat onder Meetkundige Geodesie verstaan moet worden.
De vraag zou kunnen rijzen of er wel een duidelijke definiëring van dit vakgebied te geven is. Het komt me voor dat een poging daartoe wel gewenst zou zijn om nieuwe ontwikkelingen er al dan niet onder te kunnen rangschikken.
Het is in ieder geval goed te bedenken dat het vak, gelet op zijn ontstaanswijze, voor de helft bestaat uit een gedeelte pure meetkunde (het vak Differentiaalmeetkunde) terwijl ook de andere samenstellende delen voor een groot deel als stukjes meetkunde kunnen worden opgevat. Geometrie en geodesie liggen nu eenmaal dicht bij elkaar.
Laten we de definiëring van het vakgebied echter voorlopig maar even rusten en eerst naar de inhoud van het vak kijken zoals het vroeger en nu gegeven werd en wordt.
Als we aan de hand van een studiegids de colleges van nu vergelijken met die uit de tijd dat ik in de collegebanken verbleef, dan lijkt het wel alsof er in zo'n 30, 40 jaar niet zo veel veranderd is. En in een tijd waarin iedere verandering welhaast vanzelfsprekend als een teken van vooruitgang wordt beschouwd, is dat iets waarover je je bijna moet schamen!
Zo zijn de onderwerpen uit de differentiaalmeetkunde, door Gauss al zo'n 150 jaar geleden ontwikkeld, voor een groot deel nog dezelfde gebleven. Slechts de wijze van behandeling is wat anders geworden: wat meer ingebed in de wiskundige discipline die tensoranalyse wordt genoemd en bovendien gepresenteerd in een notatie die het mogelijk maakt om één en ander wat beknopter en overzichtelijker op te schrijven en te programmeren.
De onderwerpen die in het vak Kaartprojecties van 40 jaar geleden werden behandeld, staan ook nu nog steeds op het programma: kaartprojekties blijven nu eenmaal kaartprojekties en de kennis ervan is nodig om het ambacht van landmeter te kunnen uitoefenen. Het collegediktaat uit 1950 over Geodetische Berekeningen gaat uitsluitend over de beide Hoofdvraagstukken op de

ellipsoïde, zowel voor een geodetische lijn als voor een normale doorsnede. Deze onderwerpen worden ook nu nog, zij het minder uitgebreid, behandeld. De waardering ervoor was echter vroeger veel groter dan nu. Niet voor niets werden zij 'Hoofdvraagstukken' genoemd (let op de hoofdletter) en bij de colleges maakte je kennis met beroemde wiskundigen als Gauss en Legendre. Nu worden ze gepresenteerd als een stelsel simultane differentiaalvergelijkingen waarvoor in de numerieke wiskunde vele voor de computer geschikte algoritmen zijn ontwikkeld. Bepaald niet iets waarmee je ontzag kan inboezemen als je dat zou willen.
Het oude vak Aansluitingsmethoden behandelde in het platte vlak de gelijkvormige, de affiene en de conforme afbeelding van puntenvelden als een stukje meetkunde zonder daarbij recht te doen aan het stochastische karakter van het puntenveld.
Dit onderwerp wordt nu ook nog behandeld in het vak Meetkundige Geodesie maar dan in zijn toepassing in de 3-dimensionele ruimte. Blijft tenslotte nog over de Boldriehoeksmeting waar, zoals mij de laatste jaren meerdere malen is gebleken, slechts de geodeten vertrouwd mee zijn en dat alleen al daarom volgens mij nooit uit ons studieprogramma zou mogen verdwijnen.

Hoewel dit dus niet zo duidelijk uit de inhoudsbeschrijving van het vak Meetkundige Geodesie blijkt, is er echter wel degelijk een ontwikkeling gaande op dit traditionele kerngebied van de geodesie. Men moet dan echter niet afgaan op de toch min of meer willekeurige samenvoeging van een aantal vakken uit het vorige studieprogramma. Om de ontwikkeling in het vak te kunnen aangeven wil ik me dan toch nu wagen aan een, zij het globale, typering van het vakgebied Meetkundige Geodesie. De naam zal ik daartoe opsplitsen in zijn beide componenten, meetkunde en geodesie, en deze beide verder afzonderlijk nader toelichten.

De meetkunde is een wiskundige discipline en voor een leek is het natuurlijk een hachelijke onderneming om daar iets over te zeggen.
Gelukkig bestaan er encyclopedieën die je wat wijzer kunnen maken. De meeste informatie heb ik echter gehaald uit een boek dat samengesteld is door een beroemd Russisch wiskundige, Kolmogorov, en dat gelukkig als een driedelige goedkope paperback in het Engels vertaald is onder de titel 'Mathematics, Its Contents, Methodes and Meaning'. Met behulp van dit boek zal ik trachten wat lijnen aan te geven in de ontwikkeling van de meetkunde en verschillende soorten meetkunde noemen die we kunnen onderscheiden en die wellicht van belang kunnen zijn als we over de toepassing van de meetkunde in de geodesie gaan praten.

Vervolgens zal in vogelvlucht geprobeerd worden aan te geven welke verande-

ringen er in de geodesie, althans voorzover betreft het gedeelte dat opgevat kan worden als een toepassingsgebied van de meetkunde, na de Tweede Wereldoorlog hebben plaatsgevonden.

Daarna zal het misschien mogelijk zijn om na te gaan 'where the twain can meet' ofwel welke gedeelten uit de meetkunde bestudeerd moeten worden om de ontwikkeling van het vakgebied Meetkundige Geodesie te kunnen schetsen en verder vorm te geven.

De meetkunde vormt samen met de aritmetica of getalsleer de beide wortels waaruit de wiskunde als een schone eik is opgegroeid. Beide werden gevormd uit de alledaagse ervaringen van onze verre voorouders in Egypte en Babylonië.
In deze eerste fase worden allerlei regels afgeleid uit concrete problemen over vorm en afmetingen van dingen die zich aan deze mensen voordeden.
In de 7e eeuw voor Chr. verplaatst de aandacht voor meetkundige problemen zich van Egypte naar Griekenland waar de ontwikkeling zich aanvankelijk nog steeds voltrekt in de richting van het verzamelen van nieuwe gegevens en het verhelderen van hun onderlinge relaties. Deze relaties worden dan echter langzamerhand omgezet in logische deducties vanuit een aantal vooronderstellingen. Op deze manier ontwikkelt de experimentele meetkunde zich geleidelijk in een mathematische theorie.
Die theorie krijgt dan uiteindelijk zijn beslag als in de 3e eeuw voor het begin van onze jaartelling Euclides zijn beroemde boek in 13 delen schrijft, 'De elementen'. De meetkunde wordt daarin gepresenteerd als een welgevormd bouwwerk waaraan gedurende 20 eeuwen niets essentieels meer zal worden toegevoegd. Bij de deductieve methode vraagt het bewijs van iedere stelling het bestaan van andere en op deze wijze blijven er zekere primitieve stellingen, postulaten of axioma's genoemd, over die onbewezen blijven. De Euclidische meetkunde is gebaseerd op 5 axioma's:
1. een rechte kan worden getrokken van ieder punt naar ieder ander punt;
2. een eindige rechte kan continu in een rechte voortgezet worden;
3. een cirkel kan worden beschreven met ieder middelpunt en met elke straal;
4. alle rechte hoeken zijn gelijk aan elkaar;
5. als een rechte twee andere rechten snijdt zodanig dat de som van de twee binnenhoeken kleiner is dan de som van twee rechte hoeken, dan zullen de beide rechten elkaar snijden.

De aritmetica kent dezelfde ontwikkelingsfasen. De abstrahering tot een wiskundig formalisme vindt echter niet plaats in Griekenland maar in de Arabische landen waar het zijn grootste bloei kent rond de 10e eeuw van onze jaartelling. De aritmetica ontwikkelt zich dan tot algebra, een woord dat ook

ontleend is aan het Arabisch.
Van een volstrekt gescheiden ontwikkeling van beide deelgebieden van de wiskunde is overigens nooit sprake geweest. Er is in alle tijden een wederzijdse beïnvloeding geweest waarbij nu eens de meetkunde domineerde (tot de 2e eeuw) en dan weer de algebra (tot de 17e eeuw).
Het lijkt me echter toch wel zinvol om de ontwikkeling van beide afzonderlijk te blijven vervolgen omdat nog steeds, ook in de hedendaagse geodetische algoritmen, een aritmetische of een meetkundige dominantie is te onderkennen.
In de 17e eeuw krijgt de geometrie een enorme stimulans vanuit de algebra als Descartes het coördinaatbegrip in de meetkunde introduceert. De elementaire figuren uit de Euclidische meetkunde, zoals rechten en cirkels, kunnen nu worden afgebeeld op algebraïsche betrekkingen. Naast de Euclidische meetkunde ontstaat zo de coördinaat-meetkunde of later genoemd de analytische meetkunde. Het aantal meetkundige vraagstukken dat opgelost kan worden, wordt nu aanzienlijk uitgebreid. Denk maar eens aan de achterwaartse insnijding van Snellius. Met behulp van coördinaten kan men vrij gemakkelijk uit de gemeten drie richtingen naar de drie bekende hoekpunten van een driehoek de afstand van het ingesneden punt tot één der hoekpunten vinden. Met de Euclidische meetkunde was het echter tot voor kort een vrijwel onmogelijke opgave. Eerst nadat prof. Baarda het begrip pi-grootheid in de geodesie introduceerde en daarbij een bijbehorende meetkunde ontwikkelde, zonder coördinaten dus, kon hij voor dit probleem de betrekking tussen de in de figuur voorkomende hoeken en lengteverhoudingen elegant formuleren.

Maar nu wordt al een te grote sprong in de geschiedenis gemaakt!
Deze illustratie is hier echter toch wel op zijn plaats omdat het aangeeft dat ook vandaag de dag de modelvorming in de meetkundige geodesie nog steeds plaats vindt volgens de Euclidische of de coördinaatmeetkunde, al zijn beide geweldig uitgebreid en is het onderscheid niet altijd even duidelijk.

Laten we dus nog even terugkeren tot waar we gebleven waren. Naast het afbeelden, op algebraïsche betrekkingen, van de elementaire figuren die Euclides onderscheidde, vindt in de 17e eeuw ook het omgekeerde plaats en worden willekeurige algebraïsche funkties afgebeeld op krommen die in de Euclidische meetkunde geen onderwerp van studie zijn.
De gelijktijdige ontwikkeling van de differentiaal- en integraalrekening door Leibnitz en Newton in de tweede helft van de 17e eeuw, voornamelijk vanuit problemen die zich voordeden in de mechanica, brengt het bouwwerk van de wiskunde in een 3e fase: het ontstaan van de analyse uit de algebra. De ontwikkeling van de analyse verloopt stormachtig. Niet alleen gaat het de belangrijkste plaats in de wiskunde innemen, zoals de meetkunde dat indertijd

deed bij de Grieken, maar het penetreert ook de traditionele gebieden van de algebra en de meetkunde. Zo ontstaat nu naast de Euclidische en de analytische meetkunde de differentiaalmeetkunde.
Deze differentiaalmeetkunde van met name de ruimtekromme en het gebogen oppervlak wordt in de 19e eeuw verder ontwikkeld door Frenet en Gauss en natuurlijk nog vele anderen. Deze meetkunde is ook als een coördinaatmeetkunde te beschouwen waarbij nu kromlijnige coördinaten hun entree doen.
De differentiaalmeetkunde van Gauss is nog steeds op te vatten als een gereedschap waarmee vormen in onze aanschouwingswereld kunnen worden beschreven. Dat is niet meer het geval met de meetkunde die Riemann uit deze differentiaalmeetkunde ontwikkelt door de beperking van de toepassing ervan op ruimtes met een dimensie van 2 te laten vallen en algemene n-dimensionele ruimtes in te voeren.

De explosieve ontwikkeling van de coördinaatmeetkunde na de invoering van het coördinaatbegrip door Descartes betekende overigens niet dat de ontwikkeling van laten we maar zeggen de coördinaatvrije meetkunde stagneerde. Integendeel, er werden naast de Euclidische meetkunde andere meetkundes ontwikkeld zoals de projectieve en de affiene meetkunde waarbij in beide gevallen uitgegaan werd van de eerste 4 axioma's van Euclides met uitsluiting van zijn 5e axioma dat over de evenwijdigheid van rechten spreekt en die het mogelijk maakt lengten van lijnstukken met elkaar te vergelijken.
Het was de Duitse wiskundige Felix Klein die aan het eind van de vorige eeuw al deze, min of meer als coördinaatvrij te beschouwen, meetkundes heeft gerubriceerd en voor leken ook goed leesbare boeken daarover heeft geschreven. Verschillende van deze meetkundes worden in de geodesie toegepast zoals de projektieve meetkunde die in de fotogrammetrie gebruikt wordt bij de modelvorming. Het is daarom heel interessant om eens een boek over projektieve meetkunde in te zien en om na te gaan welke plaats deze meetkunde in de klassificatie van Klein inneemt. De topologische meetkunde is ook zo'n meetkunde maar dan van meer recente datum. Deze meetkunde wordt zoals bekend nu gebruikt bij het opzetten van geografische databases. Zij is op te vatten als een meetkunde die slechts gebaseerd is op de eerste twee axioma's van Euclides.

Een medewerker van Klein was de Noorse wiskundige Lie die een algebra ontwikkelde die nauw gelieerd is met de Cartan-meetkunde. Deze Cartan-meetkunde, die toegepast kan worden om relaties tussen velden van driebenen (een bekend meetkundig concept in de geodesie) vast te leggen, is ook een loot aan de stam van coördinaatvrije meetkundes.

U begrijpt ondertussen wel dat hier nu wel enkele namen van meetkundigen

worden genoemd maar dat één en ander niet inhoudt dat wat zij decennia geleden ontwikkeld hebben, al algemeen verwerkt is en gehanteerd wordt in het toepassingsgebied van de geodesie.
In enkele publicaties komt men de namen van Cartan en Lie echter al wel eens tegen en dat kan een aanwijzing zijn dat wat zij ontwikkeld hebben voor ons vak van belang zou kunnen zijn.

Het lijkt me goed om hier het overzicht van de meetkundes te besluiten, in grote verlegenheid overigens vanwege mijn onkunde op dit gebied. Gelukkig reikt Kolmogorov mij enkele troostrijke woorden aan.
Hij zegt, in zijn reeds eerder vermelde boek, dat we ons nu bevinden in een 4e fase van ontwikkeling van de wiskunde die inmiddels uitgegroeid is tot een immens systeem van sterk uiteenlopende disciplines. Een kenmerk van deze 4e fase is de ontwikkeling van de verzamelingenleer waarmee men onder meer een ordening tracht te bereiken in al deze disciplines op basis van bepaalde gemeenschappelijke kenmerken.
Het hoge nivo van abstractie, eigen aan de wiskunde, betekent volgens Kolmogorov wel dat de meeste disciplines niet meer toegankelijk zijn voor niet-wiskundigen. Dit moge ons spijten maar het kan ons ook verzoenen met onze onwetendheid.

Laten we dan nu de tweede component van de woordsamenstelling meetkundige geodesie eens wat nader bekijken en dan wel geodesie opgevat als de discipline die de aarde bestudeert vanuit een meetkundig gezichtspunt.
Als we de ontwikkeling van 1945 tot nu in dit gebied overzien dan is er welhaast sprake van een revolutie, zeker als we de waarnemingstechnieken beschouwen. Het zijn bijna alle ruimtelijke technieken geworden waarbij in aktieve of passieve zin gebruik gemaakt wordt van kunstmatige satellieten. Daarbij worden niet alleen de klassieke landmeetkundige grootheden als lengten en hoeken waargenomen maar ook de zwaartekrachtpotentiaal (althans verschillen) en zijn 1e en 2e afgeleiden. Het zijn metingen die zich niet meer beperken tot het min of meer als vlak beschouwde aardoppervlak en zij moeten dan ook gemodelleerd worden in een drie-dimensionele ruimte.
Een gevolgtrekking die gemakkelijk te maken is, echter de uitvoering ervan is niet zo eenvoudig te realiseren!

Het gemak waarmee de landmeters in een twee-dimensionele al dan niet gekromde ruimte denken en werken, is eerst verkregen na een eeuwenlange praktische omgang met de dagelijkse vraagstukken in hun werk. Als landmeters zijn we dus zo geconditioneerd tot twee-dimensionaal denken dat de omschakeling van twee- naar driedimensionaal erg moeilijk blijkt te zijn. Natuurlijk zijn er altijd wel geodeten geweest als Stokes en Bruns die de

geodesie plaatsten in zijn drie-dimensionele omgeving waarin hij thuishoort. Zij schreven moeilijke theorieën die tezamen, wat men placht te noemen, de Hogere Geodesie vormden. Het adjectief hogere had echter bijkans een metafysische betekenis en het gaf in ieder geval duidelijk aan dat deze geodesie niet van deze wereld was.
Met de nieuw verkregen waarnemingsinstrumenten wordt echter ook voor iedere praktijk-landmeter het studie-objekt een drie-dimensionele ruimte. Dat vergt een enorme verandering in het denken. De Italiaanse wiskundige en geodeet Marussi die algemeen, tezamen met zijn Engelse collega Hotine, als de grondlegger van de drie-dimensionele geodesie wordt beschouwd, heeft dit heel duidelijk onder woorden gebracht. In 1959 zegt hij in zijn openingstoespraak van een symposium over drie-dimensionele geodesie dat er bij geodeten een psychologische barrière bestaat tegen het accepteren van hun omgeving als een drie-dimensionele ruimte. Uit deze toespraak citeer ik in een enigszins vrije vertaling:

'De psychologische barrière wordt veroorzaakt door het feit dat de mens eeuwenlang de mentale gewoonte had de aarde als een vlak of enigszins gebogen oppervlak te beschouwen, een gewoonte die de vleugels van de geodesie zodanig heeft gekortwiekt dat deze gedwongen werd te bewegen in een wereld die niet de zijne was, en de 3e dimensie te beschouwen als een ongewenste indringer. En als deze indringer dan toch zijn onvervreemdbare rechten kwam opeisen, werd geen moeite gespaard om hem zo snel mogelijk weg te jagen door een geschut van redukties in stelling te brengen'.

Een wel zeer bloemrijke omschrijving van de inderdaad veelal onbegrijpelijke manier waarop de lengte en hoekwaarnemingen naar een ellipsoïde werden overgebracht. Het waren deze redukties die gedurende vele decennia een prominente plaats innamen in iedere verhandeling over de geodesie.
De barrière tegen het binnentreden van een drie-dimensionele ruimte lijkt inderdaad, althans voor een groot deel, van psychologische aard te zijn.
Immers, rationeel gezien is het werken in zo'n drie-dimensionele ruimte makkelijker dan in een gekromde twee-dimensionele ruimte. Het is namelijk niet alleen de ruimte waarin onze waarnemingen als van nature passen, er is ook een rechtlijnig cartesisch coördinaatstelsel in aan te brengen waarin het veel eenvoudiger is te rekenen dan in een gekromd coördinaatstelsel op één of andere ellipsoïde of bol. Met de ieder welbekende stelling van Pythagoras kom je al een heel eind met de coördinaatberekening.

Het komt me echter voor dat er niet alleen sprake is van een psychologische barrière. Het moge dan immers waar zijn dat het schrijven van algoritmen met behulp van de coördinaatmeetkunde over het algemeen in de drie-

dimensionele ruimte niet veel problemen oplevert - de vele computer-programma's die alle typen waarnemingen kunnen verwerken tot één coördinatenbestand getuigen daarvan -, het opstellen daarentegen van relaties tussen meetkundige elementen zonder daarbij gebruik te maken van het coördinaatbegrip, verloopt aanzienlijk moeizamer en lijkt veelal onmogelijk.
Zo gemakkelijk en vertrouwd als we bijvoorbeeld omgaan met de coördinaatvrije behandeling van bijvoorbeeld het Snelliuspunt of de gesloten polygoon in de twee-dimensionele ruimte, zo moeizaam of onmogelijk gaat ons dat af als het gaat om analoge algoritmen te vinden voor de overeenkomende problemen in de drie-dimensionele ruimte. En ik denk dat vorderingen op dat terrein van de Euclidische meetkunde nodig zijn om dezelfde vertrouwdheid te krijgen in de drie-dimensionele ruimte als die we nu hebben in onze knusse twee-dimensionele ruimte.
Laten we nog even terugkomen op de wijze waarop de drie-dimensionele problemen worden aangepakt. Tot die problemen behoren onder meer ook de bepaling van satellietbanen en de vorm van de equipotentiaalvlakken en de krachtlijnen van het aardse zwaartekrachtveld. Een kenmerkend verschil met de vlakke twee-dimensionele coördinaatmeetkunde is dat, hoewel ook nu cartesische coördinaten mogelijk zijn, er toch vele andere kromlijnige coördinaatstelsels worden ingevoerd waarin een aantal vraagstukken wat makkelijker geformuleerd blijkt te kunnen worden. De keuze van het coördinaatstelsel kan echter nooit van fundamenteel belang zijn omdat de vorm en grootte van de meetkundige objekten uiteraard onafhankelijk zijn van het coördinaatstelsel waarin men de algoritmen formuleert.
Een tweede kenmerk is dat de toepassing van de differentiaalmeetkunde evenzeer noodzakelijk is als bij de modelvorming in de twee-dimensionele ruimtes, echter ook al omdat er zoveel verschillende coördinaatstelsels naast en door elkaar gebruikt worden, is het noodzakelijk om de differentiaalmeetkunde in het jasje van de zogenaamde tensoranalyse te gebruiken, een analyse die volledig recht doet aan het coördinaatonafhankelijke karakter van de te beschrijven grootheden. Het was de Engelse geleerde Hotine die als eerste deze tensoranalytische benadering van de drie-dimensionele geodesie propageerde in zijn reeds eerder genoemde standaardwerk 'Mathematical Geodesy'.
Dat zijn werk niet die navolging kreeg die het ongetwijfeld verdiende, wordt algemeen verweten aan de nog betrekkelijke onbekendheid van de tensoranalyse, maar meer nog aan de indexnotatie waarin de formules in het boek waren geschreven. De tensoranalyse kan men beschouwen als een generalisatie van de vectoranalyse en men was daar gewend aan een indexvrije schrijfwijze. Een dergelijke verkorte schrijfwijze is voor de tensoranalyse ook geprobeerd maar volgens velen is die erg ondoorzichtig. De indexnotatie die naar de mening van velen het beste in elkaar steekt, is de kern-indexnotatie van de Nederlandse hoogleraar Schouten.

Hotine gebruikt echter een andere indexnotatie, kortom U begrijpt: er ontstaat veel gepalaver over een notatie. Zelf is mijn ervaring langzamerhand dezelfde geworden als die van prof. Kooimans die het vak Meetkundige Geodesie tot 1985 doceerde en die mij herhaaldelijk voorhield dat de kern-indexnotatie geschikt is voor 'domme ingenieurs zoals jij en ik en alleen wiskundigen kunnen er best buiten'!
In het college Meetkundige Geodesie in de eindstudie worden een aantal hoofdstukken uit het boek van Hotine behandeld. Daarnaast worden ook de kaartprojekties uit hun twee-dimensionele kontekst gehaald en wordt iets verteld over de afbeelding van n-dimensionele ruimten op elkaar.
Het moge duidelijk zijn dat de meetkundige toepassingen in de satellietgeodesie en de fysische geodesie in deze vakken zelf aan de orde komen. In dit laatste vak wordt ondermeer de modelvorming voor alle geodetische waarnemingen, met inbegrip van de potentiaal van het aardse zwaartekrachtveld en zijn funktionalen ervan, uitgebreid behandeld waarbij ook de stochastische verwerking met behulp van uitgebreide computerprogramma's ter sprake komt.

Eindigen we met de vraag of er ook algoritmen te ontwikkelen zijn in de driedimensionele ruimte die niet uitgaan van het coördinaatbegrip maar berusten op de Euclidische meetkunde en wat daar in de loop der geschiedenis uit is voortgekomen.
Het ontwikkelen van dergelijke coördinaatvrije methoden blijkt steeds weer een onweerstaanbare aantrekkingskracht op vele meetkundigen en geodeten uit te oefenen.
Boven is al even de naam van Baarda gevallen. Hij beeldde, zoals bekend mag worden verondersteld, een hoek tezamen met een bijbehorende lengteverhouding af op een complexe algebraïsche grootheid, die hij de pi-grootheid doopte. Voor deze grootheid ontwikkelde hij een algebra waarmee hij allerlei meetkundige figuraties, waarvan de gesloten polygoon wel de meeste belangstelling kreeg, ging bestuderen.
Later zocht hij naar een analoge aanpak voor de ruimtelijke polygoon waarbij hij het quaternion als algebraïsche grootheid introduceerde. Het resultaat werd een zeer elegante coördinaatvrije algoritme.
Niet alleen Baarda zocht naar elegante oplossingen volgens coördinaatvrije methoden. Ook prof. Bruins, de voorganger van prof. Rummel, was er dikwijls mee bezig. Zo herinner ik mij zijn enthousiasme voor het gebruik van szyszygis bij de oplossing van vraagstukken op de ellipsoïde. Het kwam zijn medewerkers toentertijd zeer mystiek voor maar er is wel een artikel over verschenen in het 'Zeitschrift für Vermessungswesen'.

Wat drijft geodeten ertoe naar dit soort coördinaatvrije oplossingen te

zoeken?
Misschien is het wel daarom dat in het op deze wijze gevormde mathematische model de waarnemingen goed op fouten kunnen worden getoetst of omdat het moeilijke datumprobleen wordt vermeden. Volgens mij zijn dat echter niet de enige beweegredenen. Beide genoemde voordelen wegen immers lang niet op tegen de veelzijdigheid van de coördinatenmethode waarmee men de meest ingewikkelde figuraties kan beschrijven en vervolgens met behulp van computers kan berekenen. Men ziet dan ook dat in de snelle tijd waarin wij nu leven en waarin enorme hoeveelheden informatie moet worden verwerkt slechts de algoritmen, die volgens de coördinatenmethode zijn ontwikkeld, te gebruiken zijn.
De wetenschappelijke ontwikkelingen op dit gebied zijn dan ook enorm en andere artikelen in dit lustrumboek zullen daar ongetwijfeld van getuigen.
Het zoeken naar een oplossing, in de geest van Euclides, voor het ruimtelijke Snelliuspunt of voor de vorm van een traject dat met een traagheidsnavigatie-instrument wordt afgelegd, en daarmee als de continue vorm van een polygoon is op te vatten, is dan ook in zekere zin te beschouwen als Spielerei: er zijn immers al lang goede en efficiënte oplossingen voor!
De belangrijkste beweegreden voor het zoeken naar dit soort oplossingen is naar mijn mening dan ook niet een praktisch nut maar het spelelement. En als dan heel misschien de oplossing gevonden wordt, is de elegantie ervan de beloning voor het gezwoeg. De meeste beoefenaren van dit spel vindt men dan ook onder de wat ouderen die toch al een redelijk en veilig gesteld inkomen genieten.
Misschien bezielt hen daarbij ook de geest van Euclides van wie verteld wordt dat hij, toen hem door een leerling gevraagd werd wat de studie van zijn meetkunde hem wel zou gaan opleveren, tegen één van zijn slaven zei:
'give that man a dime since he must make gain out of what he learns'.
Als het uitsluitend daarom gaat kan men zich beter onder het gehoor van Descartes scharen!

50 JAAR WERK AAN STAD EN LAND

Prof.dr. P. van Schilfgaarde

Hoe zag Nederland er 50 jaar geleden uit? En wat voor ideeën leefden er over de inrichting van ons land? En tenslotte: Wat is ervan geworden? Wat is er veranderd, tot ontwikkeling gekomen of wellicht onherroepelijk verloren gegaan? Dat zijn zo'n beetje de vragen van "Snellius" voor hun lustrumboek.
Uit mijn vroege jeugd (ik was 5 jaar en had dus een scherp waarnemingsvermogen maar nog niet zo'n goed geheugen) herinner ik mij de boerderij van mijn grootvader met paarden, koeien, kippen in de ren, grote hooischuren, aardappelen oogsten op 'de Palland', rustig liggen op een wagen hoog met klaver beladen, twee forse paarden ervoor.
Maar dat was vakantie; wij leefden in de stad waar we veel op straat speelden (geen last van auto's) en waar we in de winter de melkboer hielpen zijn kar met houten wielen voort te duwen over sneeuw en ijs. Koud was het wel in de winter, geen centrale verwarming en als wij 's morgens vroeg piano speelden dan moest de kolenhaard nog opgestookt worden en kleumden de vingers. Mooi was het als mannen met grote zakken kolen door het huis de kelder inliepen en hun vracht daar stortten. Ons werk was het om enige malen per dag de kolenkit vol naar boven te brengen.
Het leven werd beheerst door werk: zwaar werk, vaak vuil werk, dat heel vaak in groepen gedaan werd (alleen de melkboer kwam altijd alleen, met zijn kar). Groepen mensen die kolen brachten, aardappels rooiden, straten maakten, in fabrieken werkten.
Het was ook een tijd van werkloosheid, maar als kind merkte ik daar minder van. En het was een tijd waarin in veel opzichten de grondslagen gelegd werden voor de omgeving waarin we nu leven. Maar de huidige werkelijkheid is toch anders dan toen verwacht werd; de historie volgt nooit een rechte lijn.

In 1938 (nu ruim 50 jaar geleden) vond de eerste grote herziening van de ruilverkavelingswet plaats. De wet van 1924 bleek niet 'krachtig' genoeg meer om aan de eisen die in de jaren '30 gesteld werden te voldoen. Een kleine terugblik[1]. Nederland liep zeker niet voorop als het ging om ruilverkaveling. Toen rond 1900 de eerste initiatieven[2] werden ondernomen om de 'landverlegging' ook in Nederland intree te doen vinden, waren de bezwaren groot. Ruilverkaveling werd immers gezien als aantasting van de eigendomsrechten en werd daarom ondergebracht in de strenge categorie van 'onteigeningen'.
Pas na 1910, en in feite pas toen ook proefondervindelijk het nut van een wettelijke regeling was aangetoond, begon er enig enthousiasme voor een wet te komen. De wet van 1924 vertoonde nog alle sporen van de huiver bestaande eigendomsrechten aan te tasten.
De jaren '30 waren anders. Niet de industrialisatie maar de werkloosheid hield de mensen en ook de politiek bezig. En ruilverkaveling bood goede kansen voor 'tewerkstelling' wat een nieuw motief werd om niet de verkaveling maar juist de 'land-verbetering' prioriteit te geven. En zo deed de cultuurtechniek haar intree in de ruilverkaveling. Niet de eigendomsrechtelijke samenvoeging van percelen maar grondwaterstand, afwatering, aanvoerwegen, bodemstructuur en bewerkingsmogelijk- heden kwamen in het centrum van de belangstelling. En er waren mensen genoeg die met spa en schop konden realiseren wat anderen hadden uitgedacht.[3]
Men kan niet zeggen dat de wetswijziging van 1938 de aanzet gaf tot deze andere beoordeling van de ruilverkaveling. De wet was niet meer dan een aanpassing om beter mogelijk te maken wat al lang aan de gang was. De feitelijke intrede van de cultuurtechniek ontstond door de financiële regelingen en de subsidies die het Rijk wilde geven. De financiële grondslag enerzijds, de hoge werkloosheid anderzijds: zij vormden de grondslag voor de snelle ontwikkeling van de ruilverkaveling vanaf midden jaren '30.
En daarmee begon in feite de landinrichting. En tevens begon daarmee een ingrijpende verandering van het aanzicht van ons land. De inrichting komt centraal te staan en dient een optimaal gebruik. Het eigendom raakt steeds meer op de achtergrond.

---

[1] Deze terugblik is ook erg leerzaam voor wie zich met de stedelijke herverkaveling bezig houdt. Ik kom daar op terug.

[2] De Vereniging voor Kadaster en Landmeetkunde; even later: de Nederlandse Heidemaatschappij die ook rond 1917 de eerste vrijwillige ruilverkavelingen aanzette.

[3] Daar het geen rozegeur en maneschijn was en dat demotivatie hoogtij vierde, weet iedereen met enig historisch besef. Dat de tienduizenden die aan het werk gezet zijn heel wat werk verricht hebben, is echter evenzeer waar.

Maar voor we zover zijn, moet er eerst een wereldoorlog voorbijgaan. Nederland wordt op gewelddadige manier door elkaar geschud. De ontwikkeling van stad en land zijn niet meer gescheiden, zij beïnvloeden elkaar en krijgen steeds meer met elkaar te maken.
In 1935 werd het Algemeen Uitbreidingsplan van Amsterdam (het AUP) door de gemeenteraad van die stad als zodanig vastgesteld. Het was een feit van historische betekenis waarvan het belang niet makkelijk overschat kan worden. Het was midden jaren '30; ook dit plan kwam tot stand te midden van werkloosheid en toenemende armoede van de amsterdamse bevolking. Maar het was ook, of wellicht desondanks, een plan dat getuigde van grote visie en ook van grote kunde op stedebouwkundig gebied.
Het AUP zette de traditie voort van bewuste stedebouw, begonnen bij Berlage tijdens de Eerste Wereldoorlog en zo kenmerkend voor Amsterdam in de periode tussen beide wereldoorlogen. Maar de keuze van vorm en inhoud was anders: "Het plan van Berlage werd nooit voltooid; het werd bijgesteld en

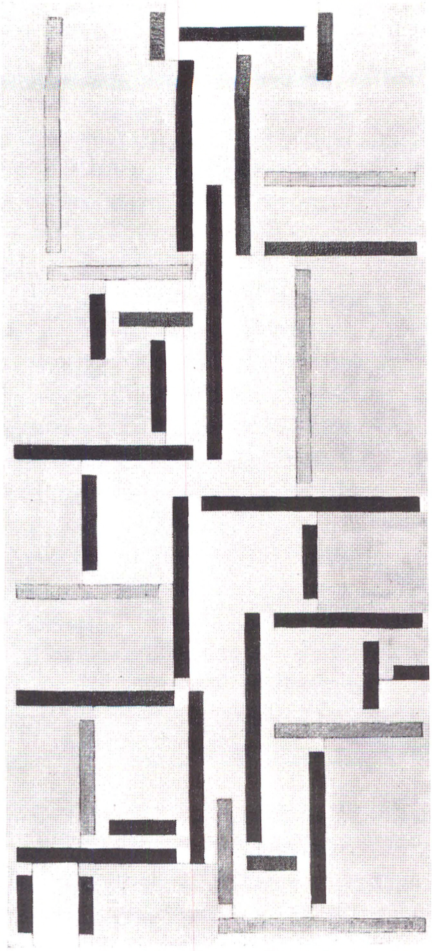
> opgenomen in een groter geheel: het Algemeen Uitbreidingsplan van Amsterdam (AUP), dat tussen 1928 en 1934 door het driemanschap L.S.P. Scheffer, Th.K. van Lohuizen en E. van Eesteren werd ontwikkeld. Een groter contrast dan tussen deze twee plannen is nauwelijks denkbaar. Hier botsen - hoewel stedebouwkundig geïntegreerd - twee werelden: het stratenplan staat tegenover het bestemmingsplan; het beeld staat tegenover de structuur; de besloten ruimte van plein en straat, gesneden of als het ware gekorven uit het stadslichaam tegenover de continue ruimte, geleed en bepaald door de geopende massa's, de vlakken en lijnen van de moderne architectuur[4].

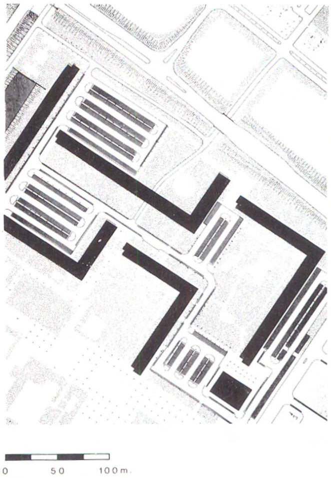
"Tussen deze twee concepties staat 'de Stijl'" besluit Manfred Bock deze afweging en daarmee geeft hij een van de belangrijke invloeden op 'het nieuwe bouwen' aan.
De invloed van de Stijl-groep met Mondriaan, Van Doesburg, Rietveld en van der Leck, en later op grotere afstand van Eesteren en Oud was groot. Maar er was meer: de CIAM, het Bauhaus, de functionele analyse en de kunstzinnige interpretatie ervan. Een ongelooflijke doorbraak van nieuwe vormen, nieuwe interpretaties, nieuwe zingeving en nieuwe idealen. Dada en Schwitters, Klee en Kandinsky, het non-figuratieve als ontdekkingsreis maar ook als aanzet van functionele analyse, zij zijn allen herkenbaar in de ontwikkeling van de moderne stedebouw. Het AUP is meer dan kunst. Het is ook een analyse van maatschappelijke processen of liever: een antwoord op deze processen. In het AUP leggen de grondleggers verantwoording af voor de keuzes die zij maken. De woning nood, de armoede, de werkloosheid en de verpaupering van hele stadsdelen staan

---

[4] Manfred Bock, De stijl en de stad, in: De Stijl 1917-1931, Uitgave van het Stedelijk Museum Amsterdam en het Rijksmuseum Kröller-Müller, Otterlo (bladzijde 198).

centraal in de 'survey' die met name van Lohuizen maakte. Maar de analyse is functioneel, bijna koel. Er is niets te vinden van de politieke lading die tegenwoordige plannen zo vaak kenmerkt.





Figuur 1: links: Th.J. van Doesburg maakte dit schilderij in 1918. Titel:'Rythme d'une danse russe'. boven: Stedebouwkundige plattegrond van 'Het Breed', Amsterdam ontworpen in 1968.

Neem bijvoorbeeld de woningbehoefte:

"Bij uitbreiding van de stad zijn nieuwe woningen nodig:

1. Vanwege de toeneming van het aantal gezinnen;
2. Ter vervanging van woningen die verdwijnen door onbewoonbaarverklaring en sanering;

3. Ter vervanging van woningen die verdwijnen door verandering van gebruik, verbouwing en sloping"[5].

Achtereenvolgens worden de drie factoren geanalyseerd en doorgerekend op grond waarvan een prognose volgt van de nieuw te bouwen woningen. Door aanname van een gewenste of haalbare woningdichtheid wordt vervolgens het benodigd grondoppervlak uitgerekend, waarmee de kwantitatieve basis is gelegd voor uitbreiding van de woonwijken.

Dat de werkelijkheid, wat de bevolkingsaantallen betreft, uiteindelijk anders is uitgevallen dan de prognoses, doet aan de kracht van de analyse niets af. Interessant is het wel om na te gaan van welke veronderstellingen het AUP uitging. Enkele citaten:

> "In het algemeen wordt, (...) het aantal woningen vermenigvuldigd met een min of meer nauwkeurig bepaalde gemiddelde gezinsgrootte, die meestal op een rond getal, al naar gelang de aard van de betreffende stad, op bijvoorbeeld 5, 4½ of 4 wordt gesteld".
>
> "Deze berekening moet echter voor het plan van Amsterdam tot onjuiste resultaten leiden (...) Alles wijst erop dat in de toekomst met een nog lager gemiddelde dan het op 31 december 1930 bereikte cijfer van 3,74 rekening moet worden gehouden".
>
> "(Uit uitvoerige berekeningen) blijkt dat men voor de toekomstige woningbehoefte zal moeten uitgaan van een gemiddeld aantal inwoners per woning van 3,37. Het in totaal benodigde aantal woningen voor de toekomststad van 960.000 inwoners moet dus worden gesteld op 285.179".

De 'toekomststad' was gedacht in het jaar 2000. Men kon toen nog niet vermoeden dat nu (1-1-1988) ruim 690.000 inwoners leven in 330.000 woningen en dat er ernstig rekening mee moet worden gehouden dat de huidige gemiddelde woningbezetting (2,1) nog verder zal dalen.

Het AUP[6] was een mijlpaal en (is) een monument. Het is vrijwel volledig uitgevoerd, maar grotendeels pas na de Tweede Wereldoorlog. Buitenveldert, Slotermeer en Slotervaart, Osdorp en Geuzenveld; zij zijn alle uitgevoerd volgens de hoofdlijnen aangegeven in het AUP. De kracht van het AUP kan alleen op waarde worden geschat als men bedenkt dat ondanks de grote maatschappelijke veranderingen na 1945, toch het AUP de basis kon blijven[7].

En die veranderingen waren er. En zij waren gigantisch.

---

[5] AUP. Bijlage IV, bladzijde 79; heruitgave 1985.

[6] AUP, heruitgave 1985, bladzijde 78/79. Voor wie het na wil rekenen: er ziet een klein verschil doordat de berekening in feite veel ingewikkelder was dan hier getoond.

[7] Zeker is dat de persoon van Van Eesteren hierbij een zeer belangrijke rol heeft gespeeld. Hij sloeg de brug van de jaren '30 naar de jaren '50.

Figuur 2: Structuurkaart van het AUP met vervoersassen

Toen in 1945 de wederopbouw begon, was de aandacht allereerst erop gericht weer een economische basis te verschaffen aan de samenleving. Het sociaal-economisch beleid, met daarin industrialisatie, werkgelegenheid, opbouw van een geschoolde arbeidsbevolking stond centraal. De stadsuitbreiding en volkshuisvesting kwamen pas wat later aan bod.
De industrialisatie eiste veel ruimte. Wie had in '45 kunnen denken aan de uitgestrekte haventerreinen en chemiecomplexen ten westen van Rotterdam? De grote havenuitbreidingen van Rotterdam van vóór de oorlog, de Waalhaven en Eemhaven, maten omstreeks 400 hectare. Momenteel ligt er aan natte terreinen op Rotterdams grondgebied ruim 5000 ha.[8] Botlek, Europoort en Maasvlakte: steeds verder naar het westen, steeds groter en meer ruimte absorberend. Rotterdam werd de haven- en chemie-stad van Nederland, trekpaard van de opbloeiende economie en (maar dan zijn we enige decennia verder) de grootste haven van de wereld.
Bekommerde zich iemand om het milieu? Was er een roepende in de woestijn? De economie en de welvaart gingen voor. Als hier of daar een natuurgebied of een vogeleilandje werd opgeofferd, dan werd dat verantwoord in de afweging tegen grotere belangen. De gevaren van uitstoot aan lucht- en watervervuiling werden nog niet zo duidelijk gezien en bovendien: was er een echte keus?
Vanaf ongeveer 1950 begon ook de stad zelf, met de woonwijken, het centrum, de city, steeds meer aandacht op te eisen. De woningnood werd evident, niet alleen door de in de oorlog opgelopen achterstand, maar meer nog door de voortdurende daling van de woningbezettingsgraad. En de woningbouw vroeg steeds meer ruimte. Ging het AUP nog uit van gemiddelden tot 110 woningen per hectare, in de wijken van de jaren '50 en '60 zakte dat tot ± 40 en in kleinere steden nog veel lager.
Maar de stijl van het nieuwe bouwen zette door en ontwikkelde zich. De CIAM gedachte met haar functionele geleding in wonen, werken, verkeer en recreatie werd een van de belangrijkste peilers voor de na-oorlogse stedebouw. Men werd enthousiast voor strakke, soms ijle vormen, hoogbouw deed haar intree, Manhattan werd een voorbeeld, skyline werd het nieuwe woord voor silhouet; de City werd symbool voor centrum van activiteit, levendigheid, menselijke uitwisseling en voorspoed[9].
Rotterdam gaf met de wederopbouw van het centrum de toon aan. Het Centraal Station werd een spectaculair teken van de nieuwe stad in opbouw, de Bijenkorf een signaal van moderne architectuur. De Lijnbaan werd een trekpleister waar

---

[8] Zuid-Holland in cijfers.

[9] In het AUP wordt 'cityvorming' omschreven als: "het vervallen van bestaande woningen door verandering van gebruik, verbouwing en sloping, onverschillig waar deze woningen zijn gelegen". Bijlage IV, blz. 92. Van enthousiasme is hier weinig te bespeuren.

jaarlijks vele bezoekers werden heen geleid. Voor woningbouw was niet veel plaats: Rotterdam werd de eerste Nederlandse stad met een city als centrum[10]. De woningbouw kwam buiten de bestaande stad, in uitbreidingsplannen die als olievlekken rondom alle steden kwamen te liggen. Zoals Amsterdam had aangegeven in het AUP, zo bouwde ook Den Haag en Rotterdam hun woonwijken rond de stad, en met hen vrijwel alle kleinere steden en ook de dorpen. Gebundelde deconcentratie deed haar intree met het groeikernenbeleid dat later gestalte zou krijgen.
Meer dan in de industrialisatie werd in de woningbouw ook uitdrukking gegeven aan de mentale ontwikkeling van Nederland in oorlogstijd. De doorbraakgedachte leefde niet alleen in de politiek maar ook in de volkshuisvesting. Het streven naar democratie, naar gelijkheid en bundeling van krachten kwam ook in stedebouw en architectuur naar voren.
In Den Haag ontstond Morgenstond, de eerste grote na-oorlogse wijk in deze stad. In dit plan, waaraan vooral Dudoks naam verbonden is, kwam deze democratie-gedachte bijvoorbeeld naar voren in de vormgeving van de flatgebouwen die gemeenschappelijke terreinen omsloten. Tuincommissies van bewoners namen de verantwoordelijkheid voor aanleg en onderhoud. Samen werken als basis voor communicatie en om een brug te slaan tussen rangen en standen en tussen geloven en opvattingen.
In Amsterdam werd al weer gewerkt aan de volgende uitbreiding: de Bijlmer[11]. Een grandioos vergezicht van grote gebouwen in honingraatvorm, 10-hoog, met veel ruimte voor groen en kleine bossages. Corbusiers ideaal van de stad waarin de nachtegalen zingen, vormgegeven door Van Eesteren die inmiddels de leiding had gekregen over de Dienst Stadsontwikkeling. Er is in die tijd iets misgegaan. De schitterende schaal van het nieuwe bouwen had een heel klein barstje dat zichtbaarder werd naarmate er meer druk op kwam. Morgenstond is nu een "probleemwijk" waar de strenge geleding niet meer voldoet, de tuincommissies al lang zijn afgeschaft en de woningen te klein blijken voor huidige maatstaven. Over verdichting wordt al lang gepraat, het bureau Aanpak van de gemeente Den Haag werkt als een soort stadsvernieuwingsorganisatie aan de algehele verbetering, zoals ook elders de wijken uit de jaren '50 'stadsvernieuwingswijken' aan het worden zijn.

---

[10] De wederopbouw van Rotterdam werd ook het eerste voorbeeld van stedelijke herverkaveling naar analogie van de ruilverkaveling. Zie: De wederopbouw van Rotterdam, P. van Schilfgaarde en andere, VUGA 1987, ISBN 90 6095 027 5.

[11] Het democratie-ideaal kwam in de Bijlmer o.nder andere naar voren in het gelijkheidsbeginsel. Zover doorgevoerd dat van buitenaf geen verschil tussen woningen gezien mocht worden. Totdat bleek dat de kinderen hun eigen huis niet konden vinden en dat felle kleuren konden helpen om iets herkenbaar te maken en daardoor ook de zo noodzakelijke oriëntatiemogelijkheid te bieden.

De Bijlmer is een hoofdstuk apart. Wie had kunnen denken dat de bosjes waar de nachtegalen zingen, gekapt moesten worden omdat ze te gevaarlijk zijn? Liever vrij zicht dan verkrachtingen en berovingen. En wie had durven voorspellen dat de aparte parkeergarages een centrum zouden vormen voor drugshandel en drugsgebruik?
De sociale ontwikkelingen ontgroeiden de stedebouwkundige plannen. Nieuwe normen waren nodig. Maar zijn die zo maar te vinden?
In 1954 kwam de tweede grote aanpassing van de ruilverkavelingswet tot stand. "De voornaamste aanleiding tot de voorgestelde wijzigingen was de stem uit de praktijk",[12] aldus Govers die vanuit het Kadaster een uitvoerige studie over de wet maakte.
De belangrijkste wijziging was dat naast een eigendomsverkaveling ook een pachtverkaveling in de wet werd opgenomen. Men kan zeggen dat vanaf 1954 het gebruik van de grond uitgangspunt voor het plan van toedeling werd. Niet de eigenaar maar de pachter kreeg prioriteit.
De grote veranderingen in het denken over maatschappelijke verhoudingen waarbij in toenemende mate de functie het wint van het (eigendoms)-recht komen in dit aspect van de ruilverkavelingswet van 1954 het duidelijkst naar voren. Andere belangrijke wijzigingen (bijvoorbeeld ten aanzien van inbezit- en ingebruikneming, geldelijke regelingen en dergelijke) waren vooral van organisatorische aard. Dat wil overigens niet zeggen dat zij voor de effectiviteit van de wet niet van groot belang waren.
De samenleving staat niet stil. Ook na 1954 werd er al ras getrokken en gesleuteld aan de ruilverkavelingswet. De belangrijkste redenen daartoe waren enerzijds de veranderingen in de landbouw zelf (en ook de internationale verknoping in bijvoorbeeld de EG) en anderzijds de toenemende aandacht en bezorgdheid voor landschap en milieu.
Het zou te ver voeren om in het korte bestek van deze bijdrage de vele veranderingen, verschuivingen en beleidsombuigingen te behandelen die in de afgelopen 25 jaar plaatsvonden. Als hoofdlijn het volgende.
In de landbouw ontwikkelde zich een steeds sterker wordende tendens tot mechanisatie, grootschaligheid en intensivering van het grondgebruik. In de samenleving ontstond steeds grotere bezorgdheid over de effecten hiervan op het gebruik van de grond, ook al werden de economische resultaten toegejuicht. Zo ontstond een periode met enerzijds de 'groene nota's' en steeds meer oog voor landschap, recreatie, milieubescherming en niet-landbouwkundige doelstellingen in het landbouw-areaal, anderzijds sterke consumptiedruk, stimulering van landbouwkundige vernieuwing, intensieve veehouderij en uiteindelijk zowel een overschot als een milieu- en mestprobleem. De tegenstrijdigheden in deze

---

[12] De a.s. nieuwe ruilverkavelingswet, Ir. A. Govers, Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, 1 okt. 1954, blz.242.

parallel lopende maar niet in het beleid geïntegreerde tendensen zijn nog niet overwonnen. Het jaar 1990 is wat dat betreft een jaar dat op een snijpunt lijkt te liggen van tegenstrijdige belangen. Een van de taken in de jaren '90 zal zijn om dit dilemma, dat ook de economische basis betreft van onze land- en tuinbouw, op te lossen.

Het milieu en, op iets grotere afstand, het landschap, zal in toenemende mate aandacht vragen in de landinrichting. De nieuwe landinrichtingswet van 1985 biedt hiertoe ook de mogelijkheden. Maar evenals bij vorige 'wetsfasen' zal ook hier blijken dat de financiële regelingen en economische omstandigheden een hoofdrol zullen spelen bij het al dan niet realiseren van wat wettelijk is mogelijk gemaakt.

Terug naar de stad. Reeds werd aangestipt hoe vanaf de jaren '60 ook daar grote turbulentie heerste. Op vele punten leidde dit tot een ingrijpende heroriëntatie van het politieke en planologische denken. Enkele voorbeelden:

Stadsvernieuwing werd een centraal gegeven in het beleid van alle grotere gemeenten in toenemende mate gevoed en gesteund door het Rijk. Rotterdam nam het voortouw met name door de zeer krachtige wethouder Jan van der Ploeg, de eerste wethouder stadsvernieuwing in Nederland (1974).

De ontwikkeling in Rotterdam is daarom zo belangrijk geweest omdat juist in Rotterdam de omzwaai zo groot was. In Amsterdam bijvoorbeeld was ook in de jaren '60 al veel aandacht gegeven aan het historisch karakter van de stad en werd ook in deze jaren de basis gelegd voor renovatie van veel woningwetwoningen uit de eerste helft van deze eeuw. In Rotterdam daarentegen was de herbouw van de vernieuwde stad en uitbreiding met nieuwe woonwijken en industriegebieden de centrale focus van het politieke denken. Zoals Van der Ploeg schrijft: "de bijdrage aan het nationaal inkomen is (...) onevenredig groot. In dat opzicht werd er wat groots verricht. Maar miezerig was de aanpak van de stadsvernieuwing en zelfs van de sanering"[13].

Sanering, krotopruiming: het waren woorden die wel pasten in de vocabulaire van na de oorlog. We kenden ze nog van het AUP Amsterdam. In 1955, in 1961 en in 1969 verschenen in Rotterdam 'saneringsnota's' die overigens nota's bleven. De laatste werd aanleiding tot een 'volksoproer' dat leidde tot stadsvernieuwing 'als alomvattend sociaal economisch proces', als: 'bouwen voor de buurt', als: 'mensgerichte planologie', als: 'vernieuwing mèt en vóór de bewoners', als: 'emancipatieproces voor bevolkingsgroepen', als: 'mentaliteit'.

De compacte stad werd een beeldideaal. Geen grote verkeersdoorbraken en geen absolute prioriteit voor de auto werden uitgangspunten van het beleid dat door Max van der Berg, wethouder in Groningen, in de praktijk werd gebracht. Reeds in de jaren '50 en '60 waren de grote plannen van verkeersdoorbraken in

---

[13] Stadsvernieuwing in Rotterdam, L.A. de Klerk en andere, VUGA, 1982,ISBN 90 6095 409 2, bladzijde 3.

Amsterdam en Utrecht (het plan Feuchtinger en het Singeldempingsplan) gesneuveld. Maar Max van der Berg ging verder en trok de consequenties. Het verkeersplan in Groningen maakte doorgaand verkeer in de binnenstad gewoon onmogelijk. De stad werd ingedeeld in vier compartimenten, van buiten bereikbaar, maar onderling niet verbonden voor autoverkeer. De stad werd betreedbaar en bewoonbaar. De compacte stad was er een voor voetgangers, fietsers, bewoners en bezoekers.
Planologie als proces, ik noem het als derde voorbeeld, in samenhang met het voorgaande. Weg waren de grote structuren en de 'continue ruimte, geleed en bepaald door de geopende massa's, de vlakken en lijnen van de moderne architectuur', waarover ik enige pagina's geleden citerend schreef. Het 'eindbeeld' verdwijnt uit de planologie en wordt vervangen door het proces waarin ontwikkeling, besluitvorming, flexibiliteit en aanpassing van de plannen aan veranderde omstandigheden centraal staan. Wie had in 1950 'onderhandelingsplanologie' als methodiek durven propageren? In de jaren '70 en '80 werd dit een aanvaard begrip.
Politiek bewustzijn, wet en beleid vertonen soms grote faseverschillen, en de hierboven geschetste ontwikkelingen vonden pas heel geleidelijk en dan nog mondjesmaat hun uitdrukking in de wet. De veelheid en onderlinge tegenstrijdigheid van de maatschappelijke tendensen maakten overigens een snelle en adequate wetgeving vrijwel onmogelijk. Stadsvernieuwing werd dan ook in eerste instantie een politieke activiteit, geleidelijk aan ingevuld met beleid op gemeentelijk en rijksniveau (tientallen subsidieregelingen, de ideeëncentrale, de projectorganisatie stadsvernieuwing, de wethoudersportefeuilles stadsvernieuwing, de meerjarenplannen, de etikettering van aangekochte woningen, de keuze-instrumenten van sloop, renovatie of kleine beurt enzovoort) en leidde pas in 1985 tot een nieuwe wet op de stads- en dorpsvernieuwing.
Aan deze wet was vanaf 1972 gewerkt. In 1976 was een ontwerp van wet ingediend. De wet van 1985 was echter weer in sterke mate gewijzigd, legde de verantwoordelijkheid voor de stadsvernieuwing vrijwel geheel bij de gemeente en legde de financiële betrokkenheid van het rijk via het stadsvernieuwingsfonds voor een langere periode vast. De vernieuwing van het wettelijk instrumentarium was, na alle discussie die eraan voorafgegaan was, mager. Het stadsvernieuwingsplan en de leefmilieuverordening, restten als nieuwe planvormen uit een wirwar van ontwerpen. Het voorkeursrecht gemeenten werd voor stadsvernieuwingsgebieden ingevoerd, maar met zoveel waarborgen omkleed dat er feitelijk nauwelijks gebruik van gemaakt kon worden. De gemeente kreeg de verplichting een inspraakverordening vast te stellen voor de stadsvernieuwing.
Een geodetisch uitstapje naar de ruil- en herverkaveling is hier wel op zijn plaats. Vanaf 1978 immers was door prof. de Haan gewerkt aan een wet op de stedelijke herverkaveling en vanaf 1981 was onder mijn leiding in verschillende proefprojekten gewerkt aan een methodiek daartoe. Welnu, de wet van 1985

bood geen opening in die richting, en ook een latere poging het herverkavelingsplan als planvorm in de wet op de stads- en dorpsvernieuwing te integreren, vond onvoldoende bijval. In feite herhaalde zich een discussie die in de jaren '20 speelde in het landelijk gebied: herverkaveling werd gezien als onteigening en de minister zag niet voldoende reden om een zo vergaande ingreep in de wet op te nemen.
Dat als methodiek stedelijke herverkaveling inmiddels haar bestaansrecht heeft bewezen, is door mij in eerdere publicaties voldoende aangetoond[14]. Als wettelijk gefundeerde planvorm echter maakt zij weinig kans, mede omdat inmiddels weer nieuwe perspectieven, of moeten wij zeggen, idolen van de stadsvorming zich aandienen.
Voor ik afsluit met een vooruitblik op de jaren '90 nog één opmerking over de wetsvorming. Ik zou deze immers ernstig tekort doen als ik de wet op de stads- en dorpsvernieuwing niet plaatste in het veel bredere perspectief van de bestuurlijke rechtvorming in de jaren '70 en '80. Stadsvernieuwing immers is hierboven reeds gekarakteriseerd als een breed sociaal- economisch en maatschappelijk proces. De ontwikkeling van de administratieve rechtsspraak, de AROB-procedure, de wet openbaarheid bestuur, en de algemene wet bestuursrecht (wetsvoorstel 1989) zijn zeker van groot belang voor de praktijk van de stadsvernieuwing. En wat te denken van: huurrecht, het milieurecht, de veranderingen in de wet op de ruimtelijke ordening en de woningwet die voor zowel het individuele beschikkingsrecht als voor de stedelijke inrichting van fundamenteel belang zijn. Men kan zeker kritiek hebben op vele niet afgemaakte pogingen en zelfs mislukkingen (bijvoorbeeld de leegstandswet), maar hiertegenover staat een immense toevoeging en verbreding van het wettelijk instrumentarium en van de waarborgen daaromheen, met, laten we wel wezen, een evenredig toegenomen complexiteit.
De faseverschillen waarop ik al wees, werpen ook hun schaduwen vooruit op de jaren '90. Op het moment dat de wet op de stads- en dorpsvernieuwing van kracht werd, was de politieke aandacht en ook de feitelijke problematiek van de grote steden al verschoven.
In 1950 vormde de wederopbouw en het herstel van de oorlogsschade het centrale probleem van de steden. In 1960 was dit de volkshuisvesting en ook de kwaliteit van de binnenstad. In 1970 begon het denken over stadsvernieuwing, waarbij volkshuisvesting en verbetering van woontoestanden centraal stonden, en in 1980 had stadsvernieuwing als concept een verbreding ondergaan tot het maatschappelijke proces waarover ik hierboven schreef.

---

14 Onder andere: Stedelijke herverkaveling een taak voor de wetgever of een methodiek voor publiek private samenwerking, in: Rechtsvorming in de sociale rechtstaat; Kluwer, Deventer 1989, bladzijde 192 en verder ISBN: 90 268 1881 5.

Maar inmiddels was de werkloosheid in opmars. Ook al konden de kabinetten uit de jaren '70 nog doen alsof die een voorbijgaand verschijnsel was, in 1981 rezen de werkloosheidscijfers de pan uit en in 1985 waren werkloosheidspercentages van 30 - 40% in de oude wijken van onze steden al geen zeldzaamheid meer.
Vanaf midden jaren '80 werd werkloosheid het meest knellende probleem van de grote steden; steeds meer bekend alhoewel nog niet beleidsmatig erkend; zeker niet op rijksniveau, waar de economische structuur, de EG en de milieuproblematiek meer aandacht kregen dan de sociale problematiek van de massawerkloosheid in de grote steden.
Op gemeentelijk niveau werd echter de druk steeds sterker en sinds enkele jaren zijn er steeds meer aanzetten om de werkloosheidsbestrijding tot centraal thema in het stedelijk bestuur te verheffen[15]. Het denken over een 'werkgelegenheids'- of 'werkgarantiefonds', naar analogie van het stadsvernieuwingsfonds neemt toe. Het nieuwe kabinet, aangetreden eind 1989, heeft de werkloosheidsbestrijding nu met prioriteit in haar beleidsvoornemens opgenomen.
Maar inmiddels is er ook een bijna tegenstrijdige beweging in gang gezet, en wel onder de noemer stedelijke vernieuwing, waarmee op de schaal en betekenis van hieronder gevatte projekten wordt gedoeld, en ook een tegenbeweging tegen de buurtgerichte stadsvernieuwing wordt gepropageerd.
Stedelijke vernieuwing, gedeeltelijk met Europese vergezichten, en werkloosheidsbestrijding in de oude buurten: het lijken de twee hoofdthema's te worden van de stedelijke ontwikkeling in de jaren '90. Daar doorheen lopend, ten dele in tegenspraak ten dele parallel: aandacht voor het milieu, zorg over een nauwelijks meer beheersbare verkeersbehoefte, toename van publieke voorzieningen en grote financiële problemen in iedere grotere stad.
En toch is er sprake van groot optimisme. De stad kan niet stuk! Investeringen komen terug in de stad, als woonplek komt de stad weer opnieuw in trek, er zijn grote plannen voor winkelcentra, recreatieve voorzieningen, kunstmanifestaties en een aanzienlijke kwaliteitsverhoging van de stedelijke centra. De concurrentieslag woedt in alle hevigheid: alle steden bieden tegen elkaar op en samen wil men zich meten met Europese centra.
De grote opgave voor de jaren '90 zal zijn al deze tegenstrijdige tendensen te integreren. Enerzijds dreigt een façade-architectuur van grote plannen terwijl de binnenstedelijke problematiek van verpaupering, werkloosheid en toenemende afscheiding van bepaalde bevolkingsgroepen niet wordt opgelost. Steden als New York en Londen laten daarvan voorbeelden zien. Anderzijds dreigt het gevaar

---

[15] Zie onder andere: "Eindpunt Baan", een aanpak voor "Massawerkloosheid en nieuwe achterstandssituaties in de grote steden". P. van Schilfgaarde en andere, uitgegeven door het Centrum voor Locaal Bestuur van de Wiardi Beckman Stichting, september 1988, ISBN 90 72 575 06 7.

van verstarring doordat sociale vernieuwing blijft steken in een introverte zelfhulp, zonder dat aansluiting gevonden wordt bij een totale stedelijke vernieuwing die de stad als geheel de weerbaarheid geeft, nodig om de concurrentieslag te overleven.
Integratie is nodig in het denken over de stad, in het beleid in de praktijk. Publiek private samenwerking is een van de vormen waarin dit praktisch vorm kan krijgen. Een nieuw evenwicht tussen publiek- en privaatrecht zal gevonden moeten worden. De investeringen en de overige financiële stromen zullen de belangrijkste hefboom blijken.
Zal het lukken? Spannend is het wel!

HALVE EEUW FOTOGRAMMETRIE IN NEDERLAND

Prof.dr.ir. G.H. Ligterink

Inleiding

De ontwikkelingen van de fotogrammetrie, in het bijzonder de luchtfotogrammetrie, gedurende de laatste halve eeuw zijn van grote betekenis geweest voor het verkrijgen van ruimtelijke informatie van delen van het aardoppervlak. Deze informatie wordt gewoonlijk vastgelegd op kaarten. Men spreekt dan ook wel van fotogrammetrische kaartvervaardiging of luchtkaartering of men duidt het kortweg aan met fotogrammetrie zoals in de titel.
Het zal duidelijk zijn dat het onmogelijk de bedoeling kan zijn in dit artikel een volledig overzicht te geven van de verschillende fotogrammetrische methoden en hun geschiedenis, laat staan deze kritisch te beschrijven. De ervaring leert ook dat hierin meestal een bijzonder sterk subjectief element schuilt. Slechts enkele lijnen in de ontwikkeling van de fotogrammetrische kaarteringsmethoden zullen hier aangegeven worden.
In het bijzonder zal aandacht besteed worden aan die aspecten die voor ons land van belang zijn geweest en waarmee schrijver dezes ook de meeste affiniteit heeft. Hoewel de ontwikkelingen in eigen land natuurlijk niet los staan van de buitenlandse, kan met trots opgemerkt worden dat de Nederlandse bijdrage niet zonder betekenis is geweest en dat de ontwikkelingen hier te lande in de loop der jaren goede tred heeft gehouden met buitenlandse ontwikkelingen en op een aantal aspecten zelfs een voortrekkers rol heeft vervuld.
De Nederlandse Vereniging voor Fotogrammetrie, opgericht in 1932, heeft niet alleen een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkelingen en de toepassing van fotogrammetrie in eigen land, maar heeft zich ontwikkeld tot een vereniging die ook in internationaal verband meetelt. Vanaf de oprichting heeft deze

vereniging een Nationaal Rapport verzorgd ten behoeve van de Internationale congressen van de ISP (International Society of Photogrammetry) en later de ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing). Deze congressen worden om de 4 jaar gehouden en dus elke 4 jaar een Nationaal Rapport. Deze rapporten en overige activiteiten van de vereniging zijn een belangrijke inspiratiebron geweest voor dit historisch overzicht.
Voor de beschrijving van 50 jaar fotogrammetrie in Nederland is het nodig terug te gaan tot de situatie van de jaren dertig vóór de Tweede Wereldoorlog. De internationale congressen van 1934 in Parijs en van 1938 in Rome zijn geweest. In Parijs is ook het eerste Nationale Rapport van de vereniging verschenen, geschreven door prof.ir. W. Schermerhorn. Van zijn hand zijn een zestal Nationale Rapporten en vele andere publikaties.
In dit historisch overzicht zullen verschillende fotogrammetrische onderwerpen aan de orde komen, zowel opnametechnisch als de uitwerking van de opnamen, waaronder triangulatie, kaartering, etcetera.

Fotogrammetrie in de dertiger jaren

Bij het lezen van de fotogrammetrische literatuur uit die tijd valt op dat in ons land de praktische toepassingen van de fotogrammetrie een goede start heeft gemaakt.
Onderwerpen, die in die tijd veel aandacht hebben kunnen onderverdeeld worden in:
- luchtfotografie
- aerotriangulatie
- kaarteringen

In deze paragraaf zullen in vogelvlucht deze drie aspecten aan de orde komen.

Luchtfotografie

De ontwikkeling in de luchtfotografie, als onderdeel van het gehele fotogrammetrische proces, is van veel betekenis geweest. De verbetering van zowel het mechanische gedeelte van de meetcamera, filmtransport en sluiter, maar in het bijzonder van de optiek en film heeft een grote rol gespeeld. Men kan gerust stellen dat de verbetering van de optiek van de opnamecamera, het lenzenstelsel, één van de belangrijkste is geweest.
Bij luchtopnamen moet zeer gevoelig fotografisch materiaal gebruikt worden om met korte belichtingstijden te kunnen volstaan. In beginsel wordt elk terreinpunt afgebeeld als een streepje, ook bij korte belichtingstijden. De verbetering van het fotografische materiaal, grotere gevoeligheid en fijne korrel, heeft het scheidend vermogen sterk verbeterd. De filmvervorming, rek en krimp, is nog lange tijd een belangrijke beperkende factor geweest, die de nauwkeurigheid in de foto-

grammetrie heeft bepaald.
Het is niet mogelijk alle bijzonderheden van deze ontwikkelingen te vermelden. Wel dient vermeld te worden dat de vele vooroorlogse proefvluchten in ons land betrekking hebben gehad op het beproeven van een camera met een nieuw lensstelsel en/of nieuw filmmateriaal.
Al in 1931 zijn proefvluchten uitgevoerd om toepassingsmogelijkheid van de fotogrammetrie voor tracering van wegen en kanalen te onderzoeken. Een eerste echte fotogrammetrische proef is door het Kadaster in 1936 ondernomen ter vernieuwing van de Kadastrale kaarten van het plassengebied Loosdrecht. Deze positief uitgevallen proef toonde een belangrijke tijdwinst aan bij de kaartvervaardiging, bovendien heeft de delimitatie van grenzen met de belanghebbenden plaatsgevonden met behulp van vergrotingen van de luchtopnamen. Deze proef "Loosdrecht" is door de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat te Delft uitgewerkt in opdracht van het Kadaster en de opnamen zijn gemaakt door KLM-Aerocarto. Veel van deze processen zijn gerealiseerd door een goede samenwerking tussen Meetkundige Dienst en KLM. Deze samenwerking en ook die met de BPM uit die jaren is van grote betekenis geweest voor de ontwikkeling van de fotogrammetrie in ons land.

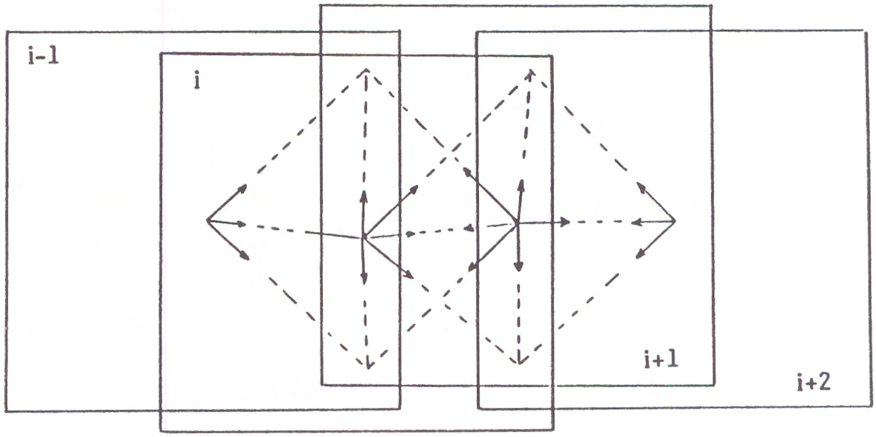
Aerotriangulatie

Het doel van aerotriangulatie, of luchttriangulatie, is het verkrijgen van de coördinaten van paspunten, zonder uitgebreide kostbare terreinmetingen, die nodig zijn voor de uitwerking van de luchtfoto's met onbekende positie en oriëntering, de 6 onbekende
absolute oriënteringselementen. Men onderscheidt hierbij:
- voor vlak terrein de methode van ontschranken: minimaal per foto 4 planimetrische paspunten.
- voor geaccidenteerd terrein het kaarteren van stereo-paren: minimaal per model 2 volledige paspunten en 1 hoogtepaspunt.

We kunnen de aerotriangulatie verdelen in:
a. radiaaltriangulatie, een methode van triangulatie van ongeveer vlak terrein, die slechts de planimetrische coördinaten van een paspunt geeft.
b. ruimtelijke aerotriangulatie (of kortweg aerotriangulatie), een methode van triangulatie die alle 3 coördinaten van een paspunt geeft.

De radiaaltriangulatie past juist goed in het systeem dat in de beginjaren in ons land tot ontwikkeling is gekomen, namelijk het uittekenen van ontschrankte foto's.
Het meetkundige principe van radiaaltriangulatie is dat in de radiaalpunten van vertikale opnamen, die elkaar 60% overlappen, richtingen gemeten worden naar een voorafgaand en volgend radiaalpunt en naar hulppunten. Als radiaalpunt wordt in de foto gemarkeerd hoofdpunt, nadirpunt of isogoonpunt. Daar veelal

geen gegevens bekend zijn over de helling van de opnamen wordt het hoofdpunt als radiaalpunt genomen. De hulppunten worden gemarkeerd in de 3-voudige overlap en in de dwarsoverlapping van de naastliggende strook; dit laatste natuurlijk met uitzondering van de rand van het blok.
De meest nauwkeurige methode van radiaaltriangulatie is de analytische methode. Bij deze methode worden met een radiaaltriangulator de hoeken in de foto gemeten en hiermede worden de planimetrische coördinaten van radiaalpunten en hulppunten berekend.

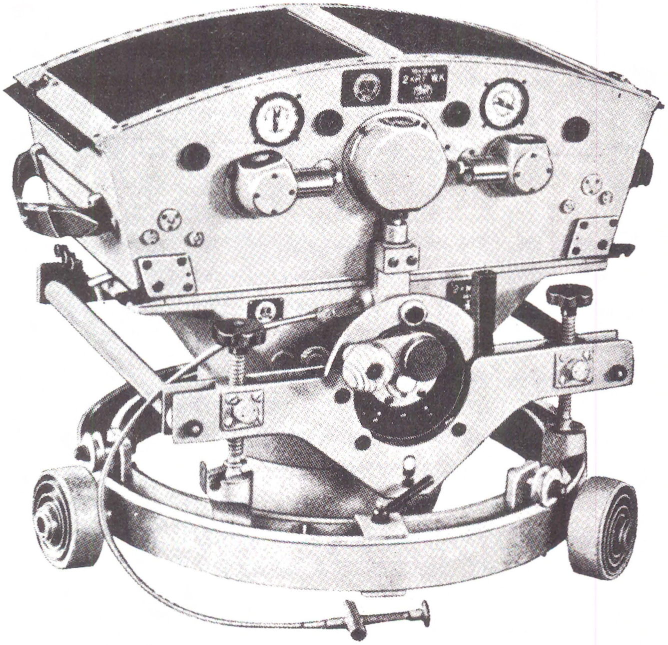


Figuur 1: principe radiaal triangulatie; 4 foto's met 2 ruiten

Zijn alle richtingen gemeten dan geeft dit aanleiding tot een vereffening. Per ruit, gevormd uit 3 radiaalpunten en 2 hulppunten, zijn dan 10 richtingen gemeten en deze geven één correctievergelijking, ruitvereffening. Een strook met n foto's bestaat uit n-2 ruiten, die een ruitenketting vormen.
De analytische radiaaltriangulatie heeft de fotogrammetrische kaartvervaardiging tot een aantrekkelijke economisch verantwoorde methode gemaakt.
De nationale rapporten van voor de oorlog en ook nog daarna, leggen daarvan getuigenis af. Uitvoerig wordt melding gemaakt van het aantal getrianguleerde stroken en kilometers, aantal ruiten, de grootte van de sluittermen in de ruiten, het aantal paspunten, etcetera.
Ongetwijfeld kan gezegd worden dat deze methode met succes is toegepast, zowel bij de Meetkundige Dienst in Delft als bij de Topografische Dienst, destijds nog gevestigd in Den Haag.
Veel aandacht is ook besteed aan instrumentarium. De stereoscopen zijn uitgerust met draaibare Dove-prisma's, om horizontale en vertikale parallaxen te

kunnen verwisselen, evenals bij de radiaaltriangulator. Bij de radiaaltriangulator zijn de Dove-prisma's gekoppeld aan de draaiingen van de plaatdragers met foto's en wel zodanig dat de eenmaal ingestelde stereoscopie niet verloren gaat indien andere corresponderende delen van de foto's in het gezichtsveld worden gedraaid. Vooral in gebieden met weinig of geen terreindetails, zoals bosgebieden en zandvlakten, heeft dit grote voordelen. Beide genoemde instrumenten zijn door de firma De Koningh in Arnhem geconstrueerd.

Langs geheel andere lijn ontwikkelde zich de ruimtelijke aerotriangulatie ten behoeve van de kaarteringen op grote schaal. Voor de oorlog heeft dit onderwerp geen of weinig aandacht gekregen. De hoge nauwkeurigheidseisen van kaarten gecombineerd met terrestrische uitzettingen hebben ertoe bijgedragen dat nog lange tijd paspunten per model terrestrisch zijn gemeten en dus geen aerotriangulatie. Deze oplossing vereist een opname- en kaarteertechniek, waarbij het aantal modellen wordt geminimaliseerd; voor die tijd wil dat zeggen het gebruik van een dubbelcamera of koppelcamera, bestaande uit twee camera's in een montuur gebouwd, waarvan de assen ieder een helling van 15 graden hebben.



Figuur 2: Zeiss-dubbelcamera van KLM-Aerocarto

De dubbelcamera wordt met beide assen in de vliegrichting geplaatst; gelijktijdig verkrijgt men dan één naar voren en één naar achteren gerichte opname. De voorwaartse opname uit de vorige positie en de achterwaartse uit de volgende vormen één stereo-paar die elkaar bijna geheel overlappen; men noemt dit ook wel convergente-opnamen.
Het aantal stereo-paren is dientengevolge bijna de helft van het aantal, dat in dezelfde vliegstrook nodig is bij gebruik van vertikale opnamen met gebruikelijke langsoverlap. Dit geeft een besparing van het aantal paspunten en bovendien een tijdsbesparing voor relatieve en absolute oriënteringen.
Het zal duidelijk zijn, dat de basis-hoogte verhouding bij convergente opnamen groter is, dan bij vertikale opnamen met een camera, die dezelfde gezichtsveldhoek heeft.
Een grote basis-hoogte verhouding is gunstig voor de nauwkeurigheid, waarmede hoogten in het model gemeten kunnen worden.

Kaarteringen

Teneinde de ontwikkeling van de fotogrammetrische kaarteringen in Nederland te kunnen beschrijven en de ontwikkeling ervan te kunnen volgen is het goed onderscheid te maken tussen grootschalige en kleinschalige kaartering met de grens ergens in de buurt van 1:2500:
- grootschalige kaarteringen met stereo-uitwerkingsinstrumenten, onder andere voor kadastrale doeleinden.
- kleinschalige kaarteringen met behulp van ontschrankte foto's voor topografische toepassingen, onder andere topografische kaarten en rivierkaarten.

Het zal duidelijk zijn dat het hier genoemde onderscheid samenhangt met de geaccidenteerdheid van het terrein. Voor de methode van ontschranken moet een gebied in voldoende mate vlak zijn om omvallingen te kunnen verwaarlozen. Voor grootschalige opnamen is zelfs ons land niet als vlak te beschouwen.
Grootschalige kaarteringen vereisen een grotere nauwkeurigheid dan kleinschalige; voor beide werd en wordt nog vaak de grens aangehouden van 0,2 mm in de kaart overeenkomende met de tekennauwkeurigheid.
Voor de oorlog waren praktisch alleen de stereo-instrumenten van Zeiss geschikt voor het uitwerken van de convergente opnamen, de stereoplanigrafen. Veel aandacht is besteed aan fotogrammetrische detailmetingen, de nauwkeurigheid in relatie tot terreintype, het signaliseren van punten, etcetera. De Nationale Rapporten maken hier uitvoerig melding van zowel kwalitatief als kwantitatief. De kwaliteit wordt in de loop der jaren steeds beter en als gevolg hiervan neemt ook de fotogrammetrische kaartering sterk toe.
Voor de kleinschalige kaarteringen worden de nodige paspunten bepaald door radiaaltriangulatie. Hierdoor worden per foto 9 paspunten verkregen, waarmee

om de andere foto van een strook ontschrankt wordt. De tussenliggende foto's behoeven slechts globaal op schaal gebracht te worden om samen met de ontschrankte foto een stereopaar te vormen.
Het uittekenen van de ontschrankte foto kan men doen door eenvoudig calqueren op transparant materiaal. De Meetkundige Dienst heeft hiervoor gebruikt de calqueerstereoscoop, die bij de firma De Koningh in Arnhem is gebouwd. Het ontschrankte diapositief met een vel transparant tekenmateriaal wordt van onderen verlicht en door één van de oculairen van de stereoscoop waargenomen. In het andere oculair neemt de tekenaar de overlappende foto waar, die globaal op schaal is gebracht. De waarnemer calqueert de ontschrankte foto op die manier met behulp van het stereoscopische ruimtemodel van het terrein, hetgeen interpretatie en nauwkeurigheid sterk ten goede komt.
Gedurende de Tweede Wereldoorlog kunnen er in het geheel geen opnamen gemaakt worden en de ontwikkeling staat ook nagenoeg stil. Van vliegtuigen met camera's en overige fotogrammetrische inventarisatie is na de oorlog weinig of niets meer over. Nederland heeft gedurende vijf jaar in een isolement geleefd en het is niet eenvoudig de aansluiting weer te vinden. Desondanks komt na de oorlog het fotogrammetrische bedrijfsleven weer snel en goed op gang.

Enkele belangrijke ontwikkelingen

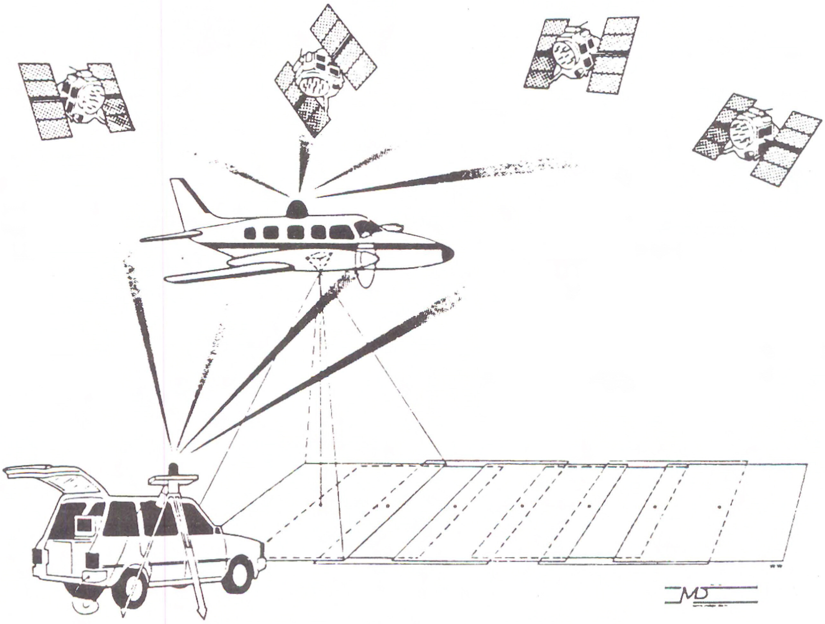
Ter toelichting allereerst het volgende. Het woord "enkele" wil zeggen dat hier geenszins naar volledigheid is gestreefd. Slechts enkele belangrijke lijnen kunnen worden aangegeven en het woord "belangrijk" heeft hier ongetwijfeld een subjectief karakter.
Evenals in de vorige paragraaf zullen ook in deze verschillende onderwerpen aan de orde komen, zowel op het gebied van de opnametechniek, de luchtfotografie, als op dat van de uitwerking, aerotriangulatie en kaarteringen.

Luchtfotografie

Na de verbetering van de luchtfotografie zijn in het bijzonder van belang nieuwe navigatie-hulpmiddelen. Navigatie-hulpmiddelen helpen navigator en piloot om beter koers te houden en zodoende ervoor te zorgen dat de geplande vliegstroken op de juiste plaats worden gevlogen, met andere woorden ongewenste overlappingen en hiaten worden vermeden. Dit hulpmiddel is in het bijzonder van belang in ongekaarteerde gebieden en gebieden met weinig of geen markante oriënteringspunten.
Voor navigatie-hulpmiddelen, bijvoorbeeld Doppler-radar-navigatie, geldt, zoals zo vaak voor dit soort middelen, dat ze ontwikkeld zijn in de militaire sfeer en later voor civiel gebruik worden vrijgegeven. Weliswaar zijn dit soort systemen voor plaatsbepaling, om de positie van de camera vast te leggen, te onnauwkeu-

rig, maar ze voldoen wel aan het gestelde doel.
Naast de navigatie-hulpmiddelen zijn in de loop der jaren hulpinstrumenten ontwikkeld om positie en oriëntering van de camera te bepalen tijdens de vlucht op het moment van de opneming. Hiertoe worden ook gerekend die hulpinstrumenten, die de verschillen tussen deze elementen van opeenvolgende opnamen bepalen.
Voorbeelden van hulpinstrumenten zijn:
- horizoncamera
- gyroscoop
- statoscoop
- Airborne Profile Recorder, APR
- Global Position System, GPS.

Van veel betekenis in eigen land is de recente ontwikkeling van de toepassing van GPS.



Figuur 3:configuratie GPS en fotogrammetrie bij Flevopolder-proef van de Meetkundige Dienst.

GPS kan gebruikt worden voor de bepaling van de coördinaten van het projectie-centrum van de meetcamera tijdens de vlucht. Simulatieberekeningen zijn uitgevoerd om na te gaan of GPS ook voor grootschalige fotogrammetrie zinvol toegepast kan worden. Op grond hiervan is recentelijk door de Meetkundige

Dienst een omvangrijke proef opgezet in samenwerking met KLM Aerocarto en de Faculteit der Geodesie, test Flevopolder, fotoschaal 1:3700. Hoewel de onderzoekingen nog niet zijn afgerond kan nu reeds gesteld worden, dat GPS een geschikte methode is voor de bepaling van de coördinaten van het projectiecentrum tijdens de fotovlucht en dat hierdoor een (aanzienlijke) reductie van het aantal paspunten mogelijk is.

De perfectionering van de meetcamera zelf in de loop der jaren is van groot belang geweest voor de verbetering van het fotogrammetrische proces. Dit geldt in het bijzonder voor film en optiek.

De platencamera's, speciaal ontworpen om de vlakheid van het negatief-vlak te verbeteren en om filmvervorming te elimineren, behoren inmiddels geheel tot het verleden. Ook het afdrukken van positieven op glas ten behoeve van kaarteringen is verleden tijd. De kwaliteit van films, zwart/wit zowel als kleur, is zodanig verbeterd, dat het niet meer loont om glas als emulsiedrager te gebruiken; glasplaten zijn zwaar en nemen veel ruimte in.

Ook de kwaliteit van de lenzen is met sprongen vooruit gegaan. In dit verband dient genoemd te worden de supergroothoek-lens met een gezichtsveldhoek van ongeveer 120 graden, waarmee op eenzelfde vlieghoogte en met hetzelfde beeldformaat, gewoonlijk 23 x 23 cm, een veel groter oppervlak opgenomen wordt dan met een groothoek- of normaalhoek-camera. Vaak gaat het echter niet om dezelfde vlieghoogte en groter oppervlak, maar is het vooral te doen om een lagere vlieghoogte met behoud van dezelfde schaal. Lagere vlieghoogte heeft in verschillende opzichten voordelen, onder andere de weersomstandigheden die het noodzakelijk maken om lager te vliegen en het gebruik van zuurstof.

De supergroothoek-camera heeft daarentegen ook nadelen. De randstralen maken een scherpe hoek, slechts 30 graden, met het terrein en hierdoor ontstaan meer dode hoeken, onzichtbare gedeelten, in geaccidenteerd terrein en bij bebouwing.

De fotogrammetrische filmcamera's hebben zowel geometrisch als radiometrisch een hoge mate van perfectie bereikt. Mogelijk dat de FMC-camera's, camera's met "Forward Motion Compensation" tegen bewegingsonscherpte bij langere belichtingstijden, nog een (laatste kleine) verbetering geven voor beeldscherpte en contrastverschillen.

Aerotriangulatie

De analytische radiaaltriangulatie is met succes toegepast. Gedeeltelijk is dit ook toe te schrijven aan de verbetering van de opnametechniek, de grotere stabiliteit van de vliegtuigen. Hierdoor worden immers de hellingen van de opnamen zo klein, dat zij praktisch geen invloed meer hebben op de sluitfouten van de ruiten. De Topografische Dienst heeft de radiaaltriangulatie vele jaren systematisch toegepast.

In dit verband dient vermeld te worden een door Wild gebouwde radiaaltriangu-

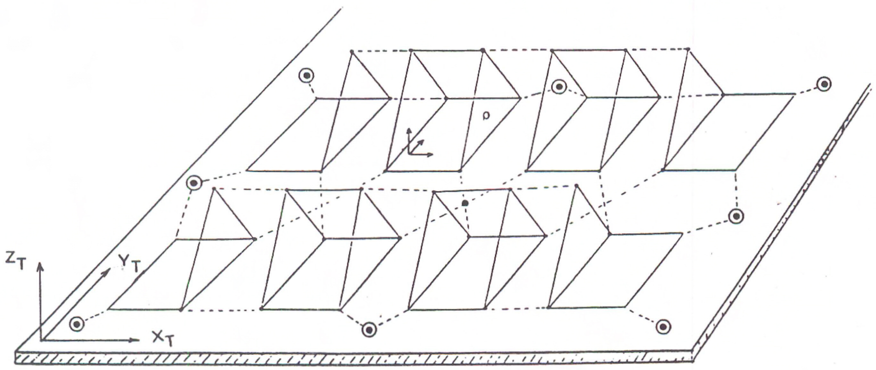
lator volgens principes aangegeven door prof. R. Roelofs. Een bijzonder aspect van dit instrument is, dat de foto's niet gedraaid behoeven te worden; tijdens de meting wordt dus de ingestelde stereoscopie niet verstoord.
Pas na de Tweede Wereldoorlog is men in Nederland ruime aandacht gaan schenken aan ruimtelijke aerotriangulatie, waarbij strookvorming, het koppelen van analoge modellen, plaats heeft in een fotogrammetrisch stereo-uitwerkingsinstrument; hierbij worden strookcoördinaten gemeten en afgelezen.
Deze ontwikkeling is niet zonder problemen verlopen. Zowel de systematische fouten als "grove" onregelmatigheden hebben veel moeilijkheden opgeleverd, die aanvankelijk voor veel onaangename verrassingen hebben gezorgd. Veel aandacht is in die jaren, ook vanuit Delft, onder andere door prof. R. Roelofs, besteed aan deze problematiek. Om de invloed van waarnemingsfouten te verminderen is overgegaan op de numerieke methode van relatief oriënteren. Belangrijk onderzoek is verricht naar systematische fouten, die toegeschreven kunnen worden aan een bepaalde accumulatie, een dubbele sommatie, van toevallige waarnemingsfouten. Verder is door prof. A.J. van der Weele aangetoond dat een aantal fouten te wijten is aan instrumentele foutenbronnen, regelings- en constructiefouten. In de loop der tijden zijn deze systematische fouten sterk verminderd enerzijds door beter instrumentarium en anderzijds door numeriek oriënteren, gecombineerd met het gebruik van Dove-prisma's, waardoor de waarnemingsfouten zijn gereduceerd. Desondanks blijft een getrianguleerde strook een slappe constructie, waarvoor relatief veel paspunten nodig zijn om betrouwbare strookcoördinaten te verkrijgen.
Wat betreft de vereffening van de aerotriangulatie zijn het vooral de blokvereffeningsmethoden die de fotogrammetrische puntsbepaling, de paspuntsbepaling, tot zijn recht hebben doen komen. Vele blokvereffeningsmethoden zijn ontworpen, die zich sterk onderscheiden door de grootte van de blokken, die berekend kunnen worden in samenhang met de rekentijd, de invoer van de waarnemingen met hun kansmodel, benaderde waarden bepalen, opsporen van fouten, etcetera.
Onder blokvereffening wordt verstaan een gezamenlijke vereffening van al het materiaal dat betrekking heeft op een aantal elkaar overlappende foto's en aan elkaar grenzende stroken. Het waarnemingsmateriaal is niet alleen de fotogrammetrische metingen, maar ook de waarnemingen met betrekking tot terrestrische paspunten en hulpinstrumenten. Op grond van het fotogrammetrische waarnemingsmateriaal worden veelal onderscheiden:

- analoge triangulatie, waarbij men beschikt over drie-dimensionele strookcoördinaten van een aantal aan elkaar grenzende stroken.
- onafhankelijke modellen methode, de semi-analytische methode, waarbij elk tweetal opeenvolgende opnamen van een strook relatief georiënteerd wordt in een stereo-instrument; gemeten worden de modelcoördinaten van de verbindingspunten en met behulp hiervan worden de modellen

rekenkundig aan elkaar gesloten.

- analytische triangulatie, waarbij de twee-dimensionele fotocoördinaten het fotogrammetrisch waarnemingsmateriaal zijn; deze methode is algemeen bekend onder de naam bundelmethode.

In ons land is en wordt de methode van de onafhankelijke modellen veel toegepast. In het begin van de jaren zestig is door ir. C.M.A. van den Hout de Anblock-methode ontwikkeld, aanvankelijk alleen voor planimetrie. Het is een methode die zeer succesvol is gebleken in Nederland en ook daarbuiten.
Het karakteristieke van deze methode is dat de gevraagde terrestrische coördinaten van de verbindingspunten tussen de modellen gezamenlijk met de transformatieparameters van de modellen als onbekenden worden ingevoerd. De modellen blijven ongewijzigd behalve de schaal; als variabelen worden namelijk per model ingevoerd de elementen van een gelijkvormigheidstransformatie.



Figuur 4: Principe van drie-dimensionale onafhankelijke modellentriangulatie
○ planimetrischpaspunt
• hoogte paspunt
· verbindingspunt

Bij de Meetkundige Dienst is naderhand ook ontwikkeld het blokvereffeningsprogramma FOTEF, waarvoor eveneens geldt dat het waarnemingsmateriaal verkregen wordt volgens het principe van de onafhankelijke modellen; dit programma is gebaseerd op kleinste kwadraten vereffening en heeft een twee- en drie-dimensionele versie.
De analoge instrumenten zullen binnen afzienbare tijd voor een belangrijk gedeelte of geheel vervangen zijn door analytische. Dit draagt ertoe bij dat er bij de blokvereffening een verschuiving te zien is van triangulatie volgens de onafhankelijke modellen naar de analytische methode. Hiermede komt, naar mijn mening, de puntsbepaling in de fotogrammetrie met betrekking tot analoge

beelden in een eindfase van haar ontwikkeling. Wel dient hierbij haastig opgemerkt te worden dat een aantal onderdelen nog de nodige aandacht zullen vragen, onder andere de toepassing van hulpinstrumenten zoals GPS om terrestrische metingen te verminderen, de automatisering en in detail analyseren van het waarnemingsmateriaal. Zonder overdrijven kan vastgesteld worden dat aerotriangulatie en blokvereffening een halve eeuw lang veel, zeer veel, aandacht heeft gevraagd. Hiermede is de fotogrammetrische puntsbepaling, gebaseerd op luchtopname met een meetcamera, uitgegroeid tot een bijzonder waardevolle en geavanceerde methode voor het verzamelen van coördinaten, die in de praktijk nog vele decennia toegepast zal worden.

Kaarteringen

Het laatste onderdeel van het fotogrammetrische proces, de kaartering, is één van de meest tijdrovende onderdelen van het gehele fotogrammetrische proces. Drie rijksdiensten hebben in belangrijke mate de fotogrammetrische kaartproduktie in Nederlands verzorgd:
- Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, voornamelijk grootschalige kaarteringen variërend van 1:500 tot 1:10.000.
- Fotogrammetrische Dienst van het Kadaster, grootschalige kaartering, 1:1.000 en 1:2.000, voor ruilverkaveling en grootschalige basiskaart.
- Topografische Dienst, kleinschalige kaarteringen voor de topografische kaarten, 1:10.000 en kleiner.

Daarnaast moet genoemd worden KLM-Aerocarto, die bovendien veel buitenlandse projekten heeft uitgevoerd in zeer uiteenlopende schalen. In de loop der jaren zien we een enorme toename van fotogrammetrische kaarteringen, terwijl het aantal kaarteringsbedrijven bijna hetzelfde is gebleven.
Als belangrijkste verandering in het kaarteringsproces zijn te noemen:
- de calqueerstereoscoop is geheel vervangen door stereo-kaarteringsinstrumenten.
- calqueren van ontschrankte foto's is vervangen door een graveertechniek; in principe is dit een zelfde proces, maar geeft duidelijk een besparing in tijd.

In latere jaren is de analoge kaartering vervangen door digitaal kaarteren; dit geldt voor het digitaal kaarteren met stereo-instrumenten en het digitaliseren van ontschrankte foto's en orthofoto's. Een aantal voordelen van digitaal kaarteren zijn zonder meer duidelijk, zoals het vervaardigen van kaarten op verschillende schaal met verschillende inhoud en het combineren met andere gegevensbestanden.

Slotbeschouwing

Recente ontwikkelingen in de fotogrammetrie zijn in belangrijke mate gericht op de vervanging van analoge beelden door digitale beelden. Digitale beelden kunnen verkregen zijn door het digitaliseren van analoge (lucht)foto's of door opname te maken met nieuwe systemen, zoals scanners en CCD-camera's.
Het past om hier te vermelden een succesvolle Nederlandse bijdrage, namelijk de ontwikkeling van CAESAR (Ccd Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing). Deze multispectrale scanner vanuit vliegtuigen voor land- en zee-observatie is ontworpen door het NLR (Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium), TPD-TNO (Technisch-Physische Dienst en dienst Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek).
In het bijzonder is na het internationale congres van de ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing) in Japan, Kyoto 1988, duidelijk geworden dat digitale beelden genomen vanuit satellieten en vliegtuigen de belangrijkste bronnen zijn voor het verzamelen van ruimtelijke informatie.
Belangrijke ontwikkelingen zijn:

- digitale beeldanalyse, het extraheren van geometrische en thematische informatie en objectherkenning.
- correlatietechnieken: het stereoscopisch meten door een operateur wordt vervangen door digitale correlatietechnieken; deze technieken worden onder andere reeds toegepast bij analytische instrumenten met ingebouwde CCD-camera's.

Het gaat hierbij om het (aan)vullen en verbeteren van digitale bestanden met behulp van allerlei soorten digitale beelden. Het is te verwachten dat het inwinnen van verschillende type gegevens steeds meer verweven zal geraken door de digitale beeldanalyse.
Het geheel is een interessante ontwikkeling voor ons geodetisch vakgebied.

Literatuur

Gent, H.L. van; Een halve eeuw ontwikkeling van de fotogrammetrische- en reproductie-techniek bij het Kadaster, april 1982.

Hout, C.M.A. van der; The Anblock method of planimetric block-adjustment: mathematical foundations and organisations of its practical application; Fotogrammetria 1966, p. 171 e.v.

Lemmens, M.J.P.M.; Geautomatiseerde koppeling van digitale ruimtelijke beelden en geografische informatiesystemen; Ned. Geodetisch Tijdschrift, 1989, p. 175 e.v.

Ligterink, G.H.; Fotogrammetrie en computer. Openbare les; Ned. Geodetisch Tijdschrift, 1972, p. 127 e.v.

Ligterink, G.H.; National Report of the Netherlands; 1980-1984 en 1984-1988.

Ligterink, G.H.; Developments in digital photogrammetry; Proceedings of the Polish-Dutch Symposium on Geodesy, October 1988, p. IX-1 e.v.

Roelofs, R.; The accuracy of radial line method; Photogrammetria 1940, p. 41 e.v.

Roelofs, R.; Fehlertheorie der Aerotriangulation; Photogrammetria 1941, p. 85 e.v., p. 118 e.v., p. 133 e.v., 1942, p. 23.
Roelofs, R.; Enkele recente ontwikkelingen in de fotogrammetrie; Tijdschrift K. en L., februari 1969.

Schermerhorn, W.; De luchtfotogrammetrie in Nederland; Tijdschrift K. en L. 1934, p. 33 e.v.

Schermerhorn, W.; National Report of the Netherlands; 1930-1934, 1934-1938, 1938-1948, 1948-1952, 1952-1956, 1956-1960 en 1960-1964.

Scherpbier, B. en Schermerhorn, W.; Nederlandse Vereniging voor Fotogrammetrie 1932-1957.

Schwarz, P.G.; FOTEF - Toetsen in de fotogrammetrie; Ned. Geodetisch Tijdschrift, sept. 1982.

Vegt, J.W. van der, Boswinkel, D. Witmer, R.; Utilisation of GPS in large scale Photogrammetry; Int. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 27, part B11, suppl. Comm. III, p. III-413 e.v.

Weele, A.J. van der; Basic investigations on behalf of the application of the Theory of Errors in Photogrammetry; Photogrammetria 1951/1952, p. 49 e.v.

Weele, A.J. van der; National Report of the Netherlands; 1964-1968, 1968-1972, 1972-1976 en 1976-1980.

ONTWIKKELINGEN IN DE VEREFFENINGSTECHNIEK

Dhr. H.C. van der Hoek en Ir. J.J. Kok

Inleiding

Het is moeilijk om de ontwikkeling van de geodetische rekentechniek in de laatste halve eeuw te beschrijven, zonder zich uit te putten in superlatieven. Dat de rekentechniek zich zo onstuimig kon ontwikkelen, is natuurlijk behalve aan de inzet van velen ook te danken aan de spectaculaire ontwikkelingen van de rekenwerktuigen.

Logaritmen

In het begin van deze eeuw waren er nog geen rekenmachines, afgezien van enkele in de praktijk nauwelijks bruikbare apparaten. Tot in de jaren twintig was men bij het uitvoeren van berekeningen dan ook voornamelijk aangewezen op het gebruik van logaritmen. Hierbij werd vermenigvuldigen en delen van getallen teruggebracht tot het minder tijdrovende optellen respectievelijk aftrekken van de tien-logaritmen van die getallen. De logaritme van een getal zocht men op in een boek, de logaritmentafel en hoe nauwkeuriger men wilde werken, zoveel meer decimalen van de logaritme had men nodig en zoveel dikker en onhanteerbaarder werd de logaritmentafel. De rekenmethode was niet alleen tijdrovend, maar bood ook talloze mogelijkheden voor het maken van vergissingen. Uitgebreide controleberekeningen waren dan ook noodzakelijk. Toch werden met dit rekenhulpmiddel omvangrijke landmeetkundige berekeningen uitgevoerd, bijvoorbeeld de vereffening van het Rijksdriehoeksnet. Maar de primitieve rekenmethode legde de toepassing van de theorie wel beperkingen op. Zo werd

de vereffening van het primaire driehoeksnet in drie gedeelten uitgevoerd om de omvang van het rekenwerk enigszins binnen de perken te houden.

Mechanische machines

De eerste mechanische rekenhulpmiddelen, rekenmachines die geschikt waren voor landmeetkundige berekeningen kwamen in het begin van de jaren dertig op de markt. Vooral de Brunsviga handrekenmachine was een juweel van mechanische techniek. Een as met tandwieltjes, waarvan het aantal tandjes met behulp van instelpennen veranderd kon worden, draaide men rond met een draaikruk, en andere tandwieltjes vertoonden dan in venstertjes de resultaten van vermenigvuldigen, delingen enzovoort. Sommige machines boden de mogelijkheid om algebraïsch te rekenen, dat wil zeggen de getallen met hun teken in de machines te brengen wat vooral bij landmeetkundige berekeningen veel gemak opleverde.

Bij het ontwikkelen van rekenmethoden werd rekening gehouden met het gebruik van handrekenmachine. De rekenvoorbeelden uit de Handleiding voor de Technische werkzaamheden van het Kadaster van 1938, laten duidelijk zien, dat men de formules zoveel mogelijk herleidde tot de grondvorm (a+b)c, een vorm die met een mechanische handrekenmachine voordelig en snel uit te voeren was.

Het gebruik van een mechanische handmachine gaf een besparing in tijd van ongeveer 60% ten opzichte van het werken met logaritmen, in die tijd voor velen een reden om toch gewoon met een logaritmentafel te blijven werken, maar voor een enkeling een reden om uit te kijken naar snellere elektrische machines. Maar de eerste elektrische machines verschilden eigenlijk alleen met de handmachine in het feit dat de draaikruk niet met de hand werd bediend maar door een soort 'buitenboordmotor'. Veel sneller dan de handmachine waren deze apparaten niet en ze boden bovendien minder mogelijkheden.

Pas na de tweede wereldoorlog verschenen er automatische elektrische rekenmachines, die het vermenigvuldigen, delen en soms zelfs worteltrekken van vooraf ingestelde getallen na een druk op de knop uitvoerden.

Vereffeningsberekeningen

De mechanische rekenmachines waren een belangrijk hulpmiddel bij het uitvoeren van de dagelijkse landmeetkundige berekeningen zoals gelijkvormigheidstransformaties, snijpuntsberekeningen, berekenen van meetpunten, veel-

hoeken, oppervlakteberekeningen enzovoorts.

Maar het uitvoeren van vereffeningen volgens de methode der kleinste kwadraten was, zelfs met het gebruik van de meest geavanceerde mechanische machine, een moeizaam karwei. Het oplossen van een stelsel van tien vergelijkingen vroeg al gauw een dag geconcentreerd rekenen, waarbij allerlei tussentijdse somcontroles moesten worden uitgevoerd, ook al omdat door de eentonigheid van het rekenwerk de kans op het maken van vergissingen erg groot was. Er werd dan ook intensief gebruik gemaakt van benaderingsmethoden, die vaak in de praktijk werden bedacht en die later van Baarda, in een algemenere opzet van de vereffeningstheorie een theoretische basis kregen.

Rond 1952 deed de matrixrekening haar intrede in het formulestelsel van de vereffeningstechniek en in die tijd begon ook het onderzoek naar de automatisering van het rekenkundig uitvoeren van het vereffeningsproces.
Ir. B.G.K. Krijger, toen nog student en later medewerker van het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek begon in opdracht van zijn afstudeerhoogleraar prof. Baarda met een onderzoek naar het gebruik van ponskaartenmachines bij het uitvoeren van vereffeningen. Het resultaat van het onderzoek was niet onbevredigend, maar het uitvoeren van matrixbewerkingen met machines, die eigenlijk voor boekhoudkundige en administratieve berekeningen ingericht waren, was tamelijk gecompliceerd. Het 'programmeren' van de machines (een karwei waarbij talloze draadjes met stekertjes in borden met even talrijke contactgaatjes moesten worden gestoken) vereiste veel geduld en eindeloos speuren naar vergissingen. Bij het vermenigvuldigen van twee matrices, moesten de kaarten waarin de elementen van de matrix waren geponst, na elke 'rij maal kolom' bewerking opnieuw worden gesorteerd naar de oorspronkelijke volgorde! Maar de eerste stap naar de automatische uitvoering van het vereffeningsproces was gezet!
Een volgende stap was het gebruik van relaisrekenmachines, die sneller waren en eenvoudiger te bedienen. In Duitsland construeerde men zelfs zo'n relaisrekenmachine speciaal voor geodetische berekeningen, de Z11 van de firma Zuse. De machine maakte echter buiten de Bondsrepubliek weinig opgang, voornamelijk vanwege haar traagheid en geringe mogelijkheden.

Rekenautomaten

De eerste elektronische rekenautomaat, waarmee in Nederland omvangrijke vereffeningsberekeningen werden uitgevoerd, was de Zebra.
De Zebra (Zeer Eenvoudige Binaire RekenAutomaat) was in Nederland ontwikkeld. Het was een goedkope machine, zowel in aanschaf als in gebruik. De

machine werd bestuurd met een tamelijk ingewikkelde code, maar er bestond ook een voor gebruikers wat vriendelijker code, bestaande uit een reeks opdrachten met het bijbehorend adres. De code werd door de machine vanaf een papieren ponsband gelezen. Van een programmeertaal was nog geen sprake.
Met het exemplaar dat toen opgesteld was bij de Technische Hogeschool te Delft, werd in 1958 de vereffening van het West-Europese waterpasnet uitgevoerd.
De geheugenruimte en de snelheid van de machine waren beperkt. Zo moest elke matrixbewerking afzonderlijk worden uitgevoerd en het inverteren van een matrix van bijvoorbeeld veertig rijen en kolommen werd bij voorkeur 's nachts uitgevoerd in aanwezigheid van een student (babysitter!), omdat het inverteren van een matrix zo'n tijdverslindend karwei was, dat de machine er overdag te lang door zou worden geblokkeerd voor het gebruik door anderen.
Voor het laboratorium voor Geodetische Rekentechniek bood de machine echter veel mogelijkheden om de theoretische ontwikkelingen van Baarda aan de praktijk te toetsen.
Vanaf dat ogenblik begon ook het samenspel van theoretisch en praktisch onderzoek dat wil zeggen, de opgestelde theorie werd aan de hand van praktijkgevallen op haar juistheid getoetst, maar omgekeerd droegen de rekenuitkomsten weer bouwstenen aan voor de vervolmaking van de theorie.

In 1965 kreeg het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek de mogelijkheid om te werken met een computer, die geprogrammeerd kon worden met een programmeertaal! Bij de Technische Hogeschool te Delft werd de TR 4 opgesteld, een machine ontwikkeld door Telefunken. Niet alleen was het geheugen van deze machine zo groot, dat een flink vereffeningsprogramma in één doorgaande bewerking kon worden uitgevoerd, maar bovendien bood de programmeertaal ALGOL 60 de mogelijkheid een uitgebreide procedure- en programmabibliotheek op te bouwen. Bij het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek werden programma's en procedures gebouwd, waarmede de vereffeningsberekeningen snel en gemakkelijk konden worden uitgevoerd.
In het begin van de jaren zestig was de theorie van de puntsbepaling met pi-grootheden gereedgekomen. De uniformiteit van het formulesysteem maakte het mogelijk een proceduresysteem op te bouwen waarmede netten automatisch konden worden doorgerekend en een begin kon worden gemaakt met het automatisch opstellen van het voorwaardenmodel.

Tafelcomputers

In de jaren zestig was de toekomstverwachting voor de tafelrekenmachines slecht. De toekomst leek weggelegd voor grote, centraal opgestelde computers die met

telefonisch verbonden terminals ten dienste zouden staan van vele gebruikers. Maar de ontwikkeling zou zich toch ook in een andere richting bewegen!
In het begin van de jaren zestig waren de eerste elektronische tafelrekenmachines al op de markt verschenen. Deze machines waren niet programmeerbaar, het enige verschil met mechanische machines was, dat het mechanische nu vervangen was door elektronica, maar de mogelijkheden waren niet vergroot. Integendeel! Een van de eerste elektronische tafelmachines was de "Anita". De machine was wel heel erg simpel. Er konden bijvoorbeeld vermenigvuldigingen mee worden uitgevoerd, maar het gelijktijdig optellen van de verkregen produkten was niet mogelijk. Anita veroverde dan ook beslist niet de geodetische markt.
Dat deed wel de Olivetti Programma 101, de eerste programmeerbare tafelrekenmachine. Bij deze machine werd een uitgebreide landmeetkundige programmabibliotheek geleverd. De programma's konden worden vastgelegd op een magnetische kaart. Het programmeren van de machine hield in feite in het vastleggen van de volgorde waarin bij handbediening de toetsen moesten worden ingedrukt. Van een programmeertaal was nog geen sprake. De machine was zeer handig in gebruik en zeer veel landmeetkundige diensten, vooral die van gemeenten kochten een exemplaar.
In korte tijd werd de markt nu overstroomd met programmeerbare tafelcomputers. De machines waren vrij kostbaar (ongeveer *f* 25.000!), maar boden, voor die tijd althans, dan ook zeer veel mogelijkheden.
Hoe handig deze machines ook waren, voor het uitvoeren van vereffeningen van bijvoorbeeld kringnetten schoten zij in alle opzichten te kort. Het veel te kleine geheugen was daar de belangrijkste oorzaak van.
In het begin van de jaren zeventig verscheen de eerste programmeerbare tafelcomputer, de Hewlett Packard 9820, die bediend werd met een programmeertaal. Die taal hoorde nog specifiek bij de machine, maar haar opvolger, de Hewlett Packard 9830 gebruikte reeds de algemene taal Basic. De stap naar de Personal Computers met grote geheugens en de mogelijkheid van het gebruik van verschillende programmeertalen, was toen snel gezet.

Computernetwerken

Bij de TU Delft is de laatste jaren een sterke decentralisatie van de computerfaciliteiten van het rekencentrum naar de faculteiten opgetreden. Dit is vooral mogelijk geworden door de ontwikkeling op het gebied van 'kleine' computers, die nu in veel gevallen een hogere rekensnelheid en een groter geheugen hebben dan de in het voorgaande genoemde 'grote' computers. De Personal Computers deden hun intrede in 1981 met de komst van de IBM PC, werkend onder het PC-DOS besturingssysteem van MicroSoft. Doordat hetzelfde operating system ook als MS-DOS door MicroSoft aan andere computerfabri-

kanten werd geleverd, ontstond de categorie van 'IBM compatibles'. Voor deze machines kwam zeer veel programmatuur beschikbaar, zowel voor diverse toepassingen als voor eigen programmatuurontwikkeling in de vorm van compilers voor hogere programmeertalen zoals Fortran, Pascal en C. Bij de faculteit der Geodesie zijn de laatste jaren veel PC's aangeschaft, zowel voor technisch rekenwerk en ontwikkeling van programmatuur als voor tekstverwerking en administratief werk. Een nu snel populair wordende categorie is die van de zogenaamde werkstations, zeer krachtige machines voor gebruik door een of meerdere personen voor grafisch en technisch-wetenschappelijk rekenwerk. Deze werken onder verschillende operating systems, waaronder UNIX en VMS. Ook in deze categorie is reeds een aantal door de faculteit aangeschaft.
Een derde groep machines, de mini-computers, deed eveneens zijn intrede bij de faculteit. Aanvankelijk een als interactief grafisch systeem aangeschafte PDP-11/70, die later door een VAX751 werd vervangen en recentelijk een IBM-9370. In Kootwijk bevindt zich al geruime tijd een HP1000.
In 1989 werd de faculteit op het in opbouw zijnde netwerk van de universiteit (DUneT) aangesloten. Dit netwerk verbindt de faculteiten met het rekencentrum en geeft tevens de mogelijkheid om binnen het eigen gebouw de verschillende apparaten met elkaar te verbinden. In het schema Configuratie Geodesie 1990 is globaal aangegeven over welke faciliteiten de faculteit nu de beschikking heeft en hoe deze met elkaar verbonden zijn door middel van het DUneT. Men ziet daarin ook een (lokaal) netwerk van PC's, dat speciaal voor het onderwijs is aangeschaft, aangegeven. De mogelijkheden die we nu hebben, leiden er toe dat zeer veel werk - zowel rekenwerk als programmaontwikkeling - bij de faculteit zelf kan worden uitgevoerd, terwijl door het netwerk de faciliteiten van het rekencentrum gemakkelijk toegankelijk zijn. Daarnaast kan via DUneT toegang worden verkregen tot nationale en internationale computernetwerken. Al dit moois heeft overigens wel zijn prijskaartje en het is op dit moment dan ook een probleem voor de faculteit om de uitgaven voor computergebruik beheersbaar te houden.

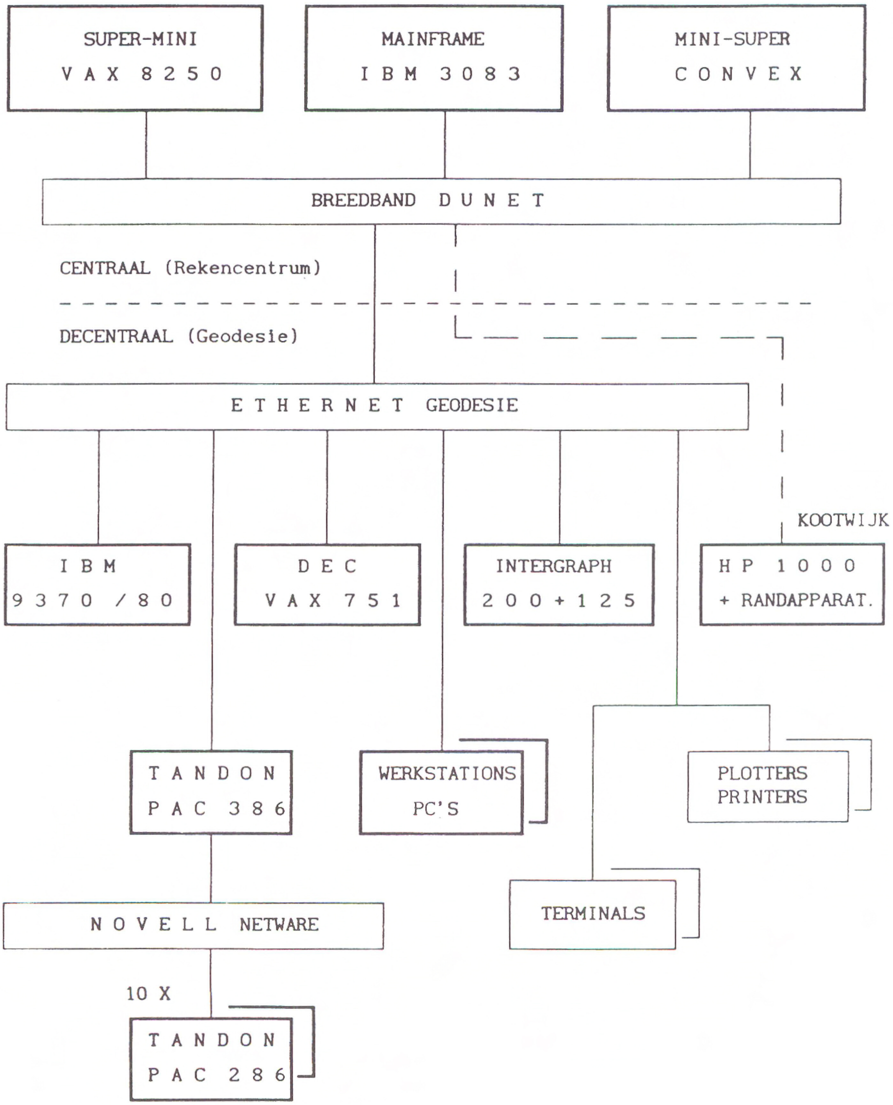
Theorie en programmatuur

De geschetste ontwikkelingen op het gebied van de machines (hardware) en netwerken hebben er toe geleid dat steeds groter en sneller 'rekengereedschap' dichter bij de gebruikers is gekomen. Hierdoor kunnen berekeningen worden uitgevoerd van een orde van grootte, die niet zo lang geleden nog voor onmogelijk werd gehouden.
Het is niet waarschijnlijk dat deze ontwikkelingen niet zouden doorgaan. Over enige jaren zal de apparatuur waarschijnlijk als verouderd worden aangemerkt. Op het gebied van programmatuur (software) hebben zich ook de nodige

ontwikkelingen voltrokken, die belangrijke verbeteringen hebben gebracht in het gebruik van de hardware. Men denke hier aan efficiënt gebruik voor wat betreft geheugenruimte en aan verkorting van de rekentijden, maar ook aan de invloed van technieken die uit theoretisch onderzoek zijn voortgekomen en die door hun invoering in computerprogramma's tot andere (en betere) verwerking en analyse van meetgegevens hebben geleid.
Dit geldt natuurlijk niet alleen voor vereffenen en in engere zin puntsbepaling, maar ook voor andere delen van het vakgebied. Beperken we ons echter tot het gebied dat vaak aangegeven wordt als geodetische rekentechniek, of ook wel vereffeningstechniek, dan heeft zich daar de volgende ontwikkeling voorgedaan.
Met het beschikbaar komen van de TR4 op het Rekencentrum in 1965 werd de start gemaakt van wat later SCAN (System of Computerized Adjustments of Networks) zou gaan heten. Een programmasysteem voor de vereffening van netwerken, geprogrammeerd in ALGOL 60, dat verschillende programma's bevatte voor de berekening van twee-dimensionele puntsbepalingsnetwerken. De door prof. Baarda opgestelde theorie van toetsing en betrouwbaarheid en de precisietheorie vormden de theoretische grondslag van de programma's. Vele kringnetten zijn in de loop der jaren berekend en getoetst met deze software.
Rekentechnisch werd het kleinste-kwadratenvraagstuk opgelost met de methode Gauss-Jordan, waarbij de opslag van de normaalmatrix plaatsvond als symmetrische matrix. Alleen de onderdriehoek werd in het geheugen opgeslagen en deze diende tevens voor de opslag van de inverse van die matrix. Alle berekeningen die nodig zijn voor toetsing en betrouwbaarheidsanalyse werden uitgevoerd als funkties van deze inverse matrix. Voor de precisie werden de punt- en relatieve standaardellipsen berekend uit deelmatrices, die uit de inverse werden geselecteerd en voor de berekening van eigenwaarden en eigenvectoren eveneens. Deze software had echter ook enige bezwaren. De geheugenruimte, die nodig is voor de belangrijkste matrix, is van de orde O(n), met n het aantal onbekenden. De rekentijd voor de inversie is van orde O(n). Hierdoor kunnen voor grote netwerken (of voor kleine computers) ruimteproblemen ontstaan, terwijl rekentijden zeer lang kunnen worden. De programmeertaal ALGOL, die gedurende vele jaren in Delft de standaardtaal was, werd in de praktijk niet of nauwelijks gebruikt, waardoor de programma's niet aan de (geodetische) praktijk konden worden overgedragen. Tenslotte kon de software alleen voor puntsbepalingsproblemen worden gebruikt, hoewel veel van de theorie en de berekeningsalgorithmen ook op andere problemen van toepassing zijn.

Omstreeks 1975 werd begonnen aan de opvolger van SCAN. Deze software, met de niet erg originele naam SCAN-II, beoogde de hiervoor genoemde bezwaren te ondervangen. Als programmeertaal werd Fortran gekozen, de in de praktijk meest gebruikte taal voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk. Voor het verbeteren van ruimtebeslag en rekensnelheid werd overgegaan op toepassing van

CONFIGURATIE GEODESIE 1 9 9 0



ijle-matrixtechnieken. Behalve de coëfficiëntenmatrix van de correctievergelijkingen - die ook in SCAN al als ijle matrix werd behandeld en opgeslagen in een datastructuur die bij ons bekend staat als 'zeefmatrix' - werd nu ook de normaalmatrix zo behandeld. De programma's werden opgebouwd met behulp van modulen, die zodanig werden gedefinieerd dat de probleemonafhankelijke delen, bestaande uit onder andere het oplossen van de normaalvergelijkingen, de toetsings- en betrouwbaarheidsberekeningen en de precisie, werden gescheiden van de probleemafhankelijke. Hierdoor zouden belangrijke delen als onafhankelijke modulen voor verschillende toepassingen kunnen worden gebruikt.

De opzet is geslaagd, want de programmatuur is door een aantal praktijkdiensten in gebruik genomen: het Kadaster, Meetkundige Dienst Rijkswaterstaat en Gasunie. Ook werden verschillende toepassingen gerealiseerd, onder andrere vereffening van waterpasnetten, VLBI vereffeningen en fotogrammetrie.

Matrices en datastructuren

De genoemde zeefmatrices spelen dus een belangrijke rol in de software voor vereffeningen. Hoewel het voor de hand ligt om in de programma's voor de matrices twee-dimensionele arrays te gebruiken, is dit alleen voor matrices die geheel of grotendeels met getallen ongelijk aan nul gevuld zijn een efficiënte opslag. Zijn de matrices echter 'ijl', dat wil zeggen ze bevatten relatief veel getallen gelijk aan nul, dan kan beter een daarvoor geschikte wijze van opslag (datastructuur) worden gebruikt. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden beschikbaar. Naast de bandmatrices en variabele bandmatrices voor symmetrische matrices zoals de normaalmatrix, kan ook een algemene datastructuur worden gebruikt die alleen niet-nul elementen bevat.
Een zeefmatrix is een dergelijke datastructuur: elk niet-nul element van de rijen van een matrix wordt opgeslagen, tezamen met een verwijzing naar elke rij en het kolomnummer van het opgeslagen element; alle nullen worden weggelaten. Eenvoudig valt in te zien dat behalve de winst die in ruimte wordt gemaakt, bewerkingen met dergelijke structuren (volgens de regels van de matrixrekening) ook tot tijdwinst zullen leiden. Zo zal een matrixprodukt van twee ijle matrices van orde $O(n)$ een aantal scalaire produkten opleveren van $O(n\ )$ als er met twee-dimensionele arrays wordt gewerkt. Als van zeefmatrices gebruik gemaakt wordt behoeven veel van deze produkten niet te worden uitgevoerd.
Alle matrices, ook de normaalmatrix, zijn in de meeste gevallen bij vereffeningen van netwerken ijl tot zeer ijl. Hiervan kan dus in de software volop gebruik worden gemaakt. De belangrijkste winst in SCAN-II ligt in het behandelen van de normaalmatrix als ijle matrix en opslag als zeefmatrix. Als oplossingsmethode

wordt niet meer Gauss-Jordan en inversie gebruikt, maar is de methode van Choleski gekozen. Deze factorisatie, die eigenlijk een variant van Gausse eliminatie is voor symmetrische matrices, wordt eenmaal uitgevoerd. Hierdoor wordt de normaalmatrix ontbonden in een symmetrisch produkt van een onder- en een bovendriehoeksmatrix. De oplossing van het stelsel (normaal) vergelijkingen, maar ook alle delen van de inverse en funkties van de inverse (onder andere voor toetsing en betrouwbaarheid), kunnen daarna met zogenaamde voorwaartse en achterwaartse substitutie worden verkregen. Doordat ook de driehoeksmatrices weer ijle matrices zijn, mits de volgorde van de onbekenden aan bepaalde eisen voldoet, wordt een aanzienlijke winst in ruimte en rekentijd verkregen. De techniek levert het beste resultaat als de driehoeksmatrices zo ijl mogelijk zijn. Dit wordt bereikt door bepaalde sorteeralgorithmen op de onbekenden toe te passen. De bekendste hiervan is het 'minimum degree' algorithme, dat in de laatst versie van SCAN-II is geïmplementeerd.
Voor de toetsings- en betrouwbaarheidsberekeningen, die vormen aannemen waarin de inverse van de normaalmatrix voorkomt, blijkt de zogenaamde 'ijle inverse' nog een aanzienlijke tijdwinst op te leveren. Deze ijle inverse bevat alleen die elementen van de inverse, die niet-nul zijn in de na factorisatie verkregen driehoeksmatrices van Choleski. Hoewel de inverse in het kleinstekwadratenvraagstuk een volle matrix is, kunnen de elementen van de ijle inverse worden berekend zonder de overige elementen als tussenresultaten te vormen. In die gevallen, waarin toch de gehele inverse of een groot deel daarvan (zoals de deelmatrix die betrekking heeft op coördinaten) nodig is, wordt deze per rij berekend en in een file op het achtergrondgeheugen opgeslagen. Dit is bijvoorbeeld nodig als er een precisieanalyse met het eigenwaardenprobleem moet worden uitgevoerd.

Onderwijs

De hiervoor beschreven ontwikkelingen hebben het mogelijk gemaakt dat de opdrachten puntsbepaling, die in het derde studiejaar voor het vak Mathematische Geodesie moeten worden gedaan, nu op de PC's van het onderwijsnetwerk worden uitgevoerd. Het betreft dan het analyseren en verbeteren van een kringnet van ongeveer 50 punten, dat daarna van (gesimuleerde) meetfouten wordt ontdaan en vereffend. De berekeningen kunnen tijdens een zitting herhaaldelijk worden uitgevoerd, na aanpassing van de invoergegevens.
Sommige lezers zullen zich de start van dit soort opdrachten herinneren als vereffening van 'de vijfhoek', die aan het eind van de zestiger jaren op de TR4 en zijn IBM-opvolgers moest worden uitgevoerd. Meerdere berekeningen op een dag waren niet mogelijk, want de invoer moest op ponsband en later ponskaarten

naar het rekencentrum. Een kommafout in de JCL kon er dan weer gemakkelijk toe leiden dat de met spanning verwachte resultaten de volgende dag arriveerden in de vorm van slechts een pagina JCL en foutmeldingen...

Literatuur

B.G.K. Krijger, Het toepassen van ponskaartenmachines bij vereffeningsberekeningen. Afstudeerscriptie, Delft, 1953.

Ir. B.G.K. Krijger en H.C. van der Hoek, Rekenmachines en rekenautomaten. Lustrumboek 1955-1960 van het Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft, 1960.

H.C. van der Hoek, Tafelcomputers. Nederlands Geodetisch Tijdschrift, 2e jaargang, no. 9, pagina 171-187, november 1972.

H.C. van der Hoek, Verleden, heden en toekomst van de tafelcomputer. Voordracht gehouden voor de wetenschappelijke staf van de Afdeling Geodesie op 20 november 1972. Niet gepubliceerd.

KLM aerocarto

De grootste (particuliere) koördinatenproducent van Nederland

- ☆ luchtfotografie
- ☆ ontschranking, montage
- ☆ digitale kaartvervaardiging
- ☆ remote sensing
- ☆ advisering vastgoedautomatisering

KLM aerocarto zet de KROON op uw werk

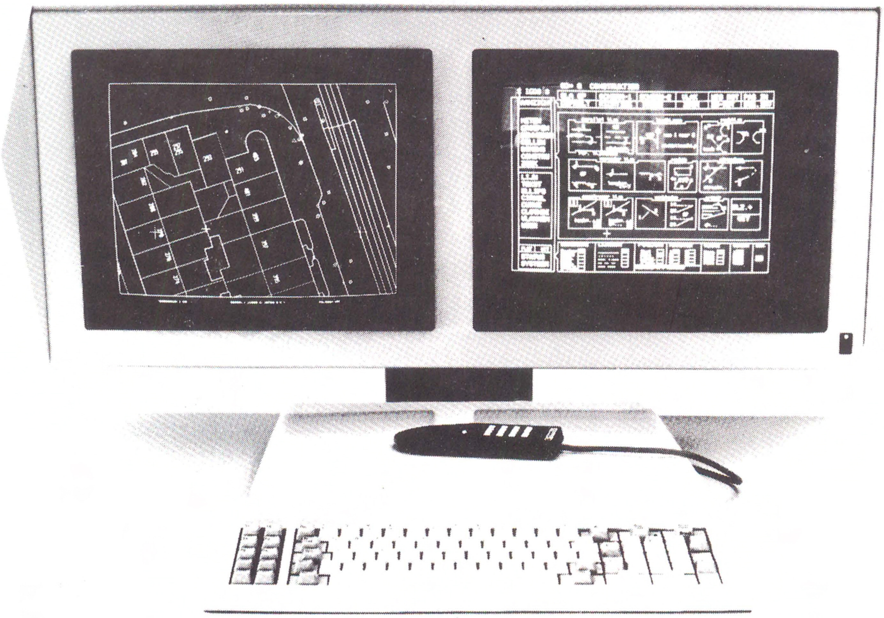
Fruitweg 9, 2525 KE Den Haag - Telefoon 070-3 80 33 11 - Telex 32456 - Telefax 070-3 89 76 42

Uw werkterrein is ons werkterrein.

Als het gaat om landmeetkundig maatwerk, moet u bij Geo Meetdienst zijn. Geo Meetdienst is een nauwgezet, volledig geautomatiseerd bedrijf, dat op alle terreinen inzetbaar is. Op grote projecten, maar ook voor dagjeswerk.
Een bedrijf dat alle denkbare landmeetkundige werkzaamheden tot in de puntjes verzorgt. Een bedrijf bovendien, dat zijn kennis en ervaring op succesvolle wijze weet over te dragen op derden. Zeker als het gaat om automatisering in de landmeetkunde.
Wilt u een indruk krijgen van de veelzijdigheid van Geo Meetdienst, vraag dan om (gratis) toezending van ons informatiebulletin Uiteengezet. Dan ziet u dat ook úw werkterrein ons werkterrein is.

Geo Meetdienst
Bureau voor landmeetkunde
Rikkert Jacobsstraat 14
Postbus 15
3750 GA Spakenburg
Telefoon 03499 -84284
Fax 03499 - 86685

GEO-MEETDIENST
BUREAU VOOR LANDMEETKUNDE



Veldgegevens → kaart → informatiebeheer

DIGIMAT interaktief geografisch database management-systeem

De DIGIMAT-software is een door Ahrin ontwikkelde periferie rond het interaktieve pakket DIGICAD en is geschikt voor IBM AT compatible microcomputers.

- Invoer en verwerking veldgegevens
- Geodetische rekenprogramma's
- Automatische kaartgeneratie
- Realtime digitaliseren
- IGS gebaseerd op koördinaten geometrie
- Datâbase gerelateerd aan grafische informatie

Afdeling Geodesie & Systemen, Postbus 80, 2280 AB Rijswijk
Telefoon 070-993334, Telex 32451, Telefax 070-905659

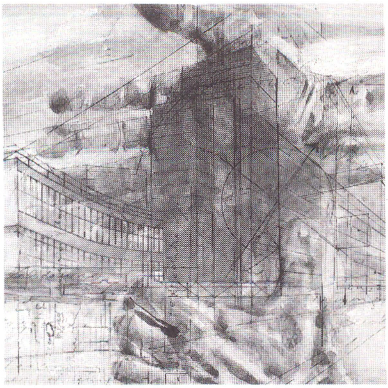
Ahrin WILD LEITZ

Heidemij Vastgoeddiensten: Omdat het beter kan.

Nederland is één grote investering in vastgoed. Gebouwen, wegen, nutsvoorzieningen, produktiegronden. Nederland is vol, meer van hetzelfde kan niet meer. Maar Nederland is nog lang niet af, het kan allemaal nog veel beter. Het gaat niet langer om kwantiteit alleen. Maar ook om verschuiven, aanpassen, beschermen, onderhouden, optimaliseren.

Investeren in kwaliteit, gebruik makend van nieuwe technologie en gewijzigde inzichten. Wij vertalen dat in dynamisch vastgoedbeheer op basis van aktuele vastgoedinformatie.

Wij hebben alle deskundigheid en ervaring op dit gebied gebundeld in één onderneming:
*advisering over de organisatie van de vastgoedinformatievoorziening *geodesie, taxatie, inspectie en classificatie *geautomatiseerde registratie en bewerking van vastgoedgegevens *rentmeesterschap *grondzakendeskundigheid waaronder bemiddeling en vestiging van zakelijk recht *onderhoudsadvisering.



Wilt u meer weten?
Vraag dan de brochure Heidemij Vastgoeddiensten aan.
Telefoon: 085-778517.

heidemij
Vastgoeddiensten

Ingenieursbureau
PASSE-PARTOUT

Nieuwe Gouwe OZ 11b
2801 SB GOUDA
tel. 01820-38360(38678)

. uitvoering gecompliceerd meetwerk aan bouwkonstrukties

. vastleggen meetprocedures

. maatvoeringskursussen

MEETCENTRUM PP

Nieuwe Gouwe OZ 11b
2801 SB GOUDA
tel. 01820-38943

VERKOOP / INKOOP / VERHUUR

van gebruikte en nieuwe meetapparatuur:

waterpasinstrumenten, theodolieten,
roterende lasers, laseroculairs,
op- en afloodapparatuur, uitlijnapparatuur,
elektroöptische afstandmeters, accessoires

VEELZIJDIG

Grontmij nv is een onafhankelijk
advies- en ingenieursbureau
dat door publieke instanties en particuliere
organisaties wordt betrokken bij
plannen en projecten
op het gebied van
milieu, infrastructuur en landinrichting.
Grontmij kan worden ingeschakeld in
elke projectfase: onderzoek, ontwerp,
besteksvoorbereiding, uitvoering,
directievorming, project management
en beheer

Grontmij

Hoofdkantoor, De Holle Bilt 22, 3732 HM De Bilt, tel.: (030) 20 79 11, fax: (030) 20 01 74

Grontmij is een advies- en ingenieursbureau voor milieu, infrastructuur en landinrichting

(1260 medewerkers) en heeft in elke provincie een vestiging.

OVER DE LAATSTE HAND

HET AMSTERDAMSE GEMEENTEKADASTER, EEN BASISREGISTRATIE VASTGOED

Ir. J.A. Zevenbergen

Inleiding

In deze bijdrage wil ik het hebben over de ontwikkelingen binnen de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening. Hierbij zal een drietal aspecten aan de orde komen. In de eerste plaats betreft dat de historische ontwikkeling van het gemeentekadaster sinds de dertiger jaren van de vorige eeuw. Vervolgens komen de meer recente ontwikkelingen rond het gemeentekadaster van de gemeente Amsterdam aan de orde. Tenslotte wordt aangegeven in hoeverre die passen in de landelijke tendensen, zoals die door de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) worden gestuurd.
Een groot gedeelte van dit artikel is gebaseerd op ervaringen die ik opdeed in de praktijk toen ik in 1989 mijn afstudeerwerk verrichtte bij het Amsterdamse gemeentekadaster, resulterende in de scriptie "Regelgeving en de gemeentelijke vastgoedinformatie".

Geschiedenis

Resoluties

Sinds de oprichting van het rijkskadaster in 1832 wordt aan de gemeenten opgedragen[1] om een afschrift van de kadastrale gegevens (waaronder de

[1] zie hiervoor en voor de hierna bedoelde resoluties de beschrijvingen in de scriptie "Het Nederlandse Gemeentekadaster" van E. de Ruyter van Steveninck (1988), pag. 10-13; alsmede het Adrau-rapport nr. 2, Verkenning Gemeentekadaster, Afschrift of complement (1987).

plans) te houden. Dit werd ingegeven door de grote reisafstand naar de bewaringen. Het afschrift diende jaarlijks te worden geactualiseerd. Rond deze actualisering ontstond al naar enige jaren geharrewar. In 1835 werd in verband met het verminderde aantal landmeters bij het rijkskadaster bepaald dat de gemeenten de plans zelf dienden te gaan bijhouden. Na aandringen van de gemeenten werd kort daarop bepaald dat de gemeenten desgewenst, tegen betaling, hierbij de hulp van het rijkskadaster konden inroepen. Dit beviel blijkbaar niet, want in 1836 werd deze hulp tegen betaling verplicht gesteld. Ook werd dat jaar bepaald [2] dat het gemeentekadaster slechts bedoeld was voor raadpleging en dat de gemeenten geen uittreksels hoe ook genaamd mochten verstrekken.
In 1892 werden tarieven vastgesteld voor de vernieuwing van de kadastrale stukken, maar vanaf 1922 gebeurde dit weer gratis. Daaraan werd in 1988 wederom een einde gemaakt bij de herziening van het Besluit Kadastraal Recht. In 1897 had de minister overigens al laten weten geen bezwaar te hebben tegen het voor eigen verantwoordelijkheid verstrekken van uittreksels door de gemeenten. Deze gebrekkige regelingen vormen formeel nog steeds de basis van het gemeentekadaster. Daarnaast bestaan nog enkele andere min of meer formele vingerwijzingen naar het gemeentekadaster[3].

Kadasterwet

Het rijkskadaster werd destijds opgericht om een basis te vormen voor een eerlijke belastingheffing op de grond. Daarnaast speelde vanaf het begin de bescherming van rechtszekerheid aangaande onroerende goederen mee. Begin jaren zeventig werd de grondbelasting vervangen door de onroerendgoedbelastingen. Het rijkskadaster verloor hiermee haar oorspronkelijke taak en haar binding aan het Ministerie van Financiën. Het werd in 1973 dan ook onderdeel van het toenmalige Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en kreeg als (nieuwe) taak, naast de bescherming van de rechtszekerheid, het leveren van ondersteunende vastgoedinformatie ten behoeve van de ruimtelijke ordening. Intussen nam ook bij de gemeenten de belangstelling voor de (bredere) vastgoedinformatie toe.
Omdat het rijkskadaster nog altijd op de grotendeels ingetrokken Wet op de Grondbelasting was gestoeld, ondernam de regering (opnieuw) een poging om te komen tot een Kadasterwet. Vanwege de enorme uitbreiding van het takenpakket van het rijkskadaster dat hierin dreigde te worden opgenomen, verzetten de lagere overheden, met name de gemeenten, zich fel tegen

---

[2] de (beoogde) landelijke dekking van deze Resolutie is betwist gebleven in verband met een vergissing in de aanhef.

[3] zie hiervoor R. ten Kroode, Het gemeentekadaster en de automatisering van de kadastrale registratie, VNG 1989, pag. 11.

bepaalde delen van de wet. In de Tweede Kamer vond men voor een deel van deze bezwaren een gewillig oor.
Toch is de Kadasterwet in velerlei opzichten een Wet op de Vastgoedinformatie geworden, en houdt mijns inziens zo op ongelukkige wijze het midden tussen een Wet op het Kadaster en een Wet op de Vastgoedinformatie. Daarom steekt het des te meer dat een expliciete regeling van het gemeentekadaster, ondanks gemeentelijke aandrang, achterwege is gelaten. Het zo te regelen gemeentekadaster had aldus tevens het begin van een basisregistratie vastgoed kunnen worden. Tijdens de behandeling van de voornoemde Kadasterwet in de Tweede Kamer zijn de gemoederen tussen het rijkskadaster en gemeenten hoog opgelopen. Daardoor kwam een voor beide partijen acceptabel alternatief moeilijk te liggen. De problemen zijn toen verschoven naar de uitwerkingen in het kader van de artikelen 54, 104 en 105 van de Kadasterwet. De verslechterde verhouding werd bovendien niet bevorderd door de financiële perikelen rond de hiervoor genoemde intrekking van vrijstellingen voor kadastrale informatie ten behoeve van de gemeenten (en waterschappen) per 1 januari 1988 in het kader van het streven naar een kostendekkend rijkskadaster.

Adrau-rapport

Als laatste noem ik hier het verschijnen van de publikatie "Verkenning Gemeentekadaster; afschrift of complement" [4] ten tijde van de behandeling van de Kadasterwet in de Tweede Kamer en ook regelmatig in de kamerstukken genoemd. Deze publikatie werd uitgegeven door het Adrau en voorbereid door de hieronder resulterende werkgroep Grote Steden Overleg Vastgoed. En hoewel het rapport vooral was gericht op de problematiek van de vier grote steden, zijn vele conclusies en aanbevelingen op alle gemeenten van toepassing. In het rapport wordt, na een beschrijving van de huidige regelgeving rond het gemeentekadaster en de bestaande situatie rond de vastgoedinformatie in de vier grote steden, de gewenste situatie geschetst. Het Adrau dringt aan op een goede wettelijke basis voor het gemeentekadaster, die meer dient te omvatten dan de artikelen 104 en 105 van de (toen nog ontwerp-) Kadasterwet. Tevens is een gemeentelijke verordening gewenst die de taken van het gemeentekadaster nader uitwerkt. Naast het bewaren van de dubbelen van het rijkskadaster worden als taken voor het gemeentekadaster genoemd:

- registratie van publiekrechtelijke beperkingen;
- algemene lokale baliefunctie voor vastgoed;
- registratie van de bestemming, de aard, de gesteldheid en het gebruik;

---

[4] Verkenning gemeentekadaster, afschrift of complement, Adrau-rapport nr. 2, 1987, samengesteld door het Grote Steden Overleg Vastgoed.

- ondersteuning van eventueel wettelijk te regelen stedelijke herverkaveling;
- vorming van een knooppunt voor de gemeentelijke vastgoedinformatie.

Situatie Amsterdam

Bureau Gemeentekadaster

Binnen Amsterdam is de vastgoedregistratie organisatorisch op een andere wijze ingericht dan bij de meeste andere gemeenten. Deze organisatorische inbedding komt voort uit het feit dat de gemeentelijke afschriften van de kadastrale gegevens bij de secretarie berusten onder verantwoordelijkheid van de gemeentesecretaris. Belangrijk gevolg van deze organisatorisch onafhankelijke inbedding is het zeer verspreide gebruik van de gegevens van het gemeentekadaster binnen de gemeentelijke organisatie. Vrijwel alle gemeentelijke disciplines zijn aangesloten op de bestanden van het gemeentekadaster. Amsterdam kent aldus een Bureau Gemeentekadaster, dat deel uitmaakt van de Afdeling Algemene Secretarie. Binnen dit bureau zijn de volgende vier afdelingen te onderscheiden:
- afdeling Gemeentekadaster;
- afdeling Gebouwenregistratie;
- afdeling Gemeentelijk Adressen Bestand;
- afdeling Tekenkamer Secretarie.

Taken Gemeentekadaster

De hoofdtaak van het gemeentekadaster komt voort uit de gemeentelijke taak van het houden van 'dubbelen van de kadastrale registratie'. Deze dubbelen bestaan al lang niet meer uit kopieën van de kadastrale registers, maar uit een eigen (computer-) bestand. Al 15 jaar voordat de bewaring Amsterdam van het rijkskadaster was geconverteerd naar de AKR (Automatisering Kadastrale Registratie), was het Amsterdamse gemeentekadaster geautomatiseerd. Enkele jaren geleden is een nieuw systeem ontwikkeld aan de hand van de eerdere ervaringen en afgestemd op de AKR. De database met applicatieapparatuur, die hiervoor in eigen beheer door de gemeente Amsterdam (Bureau Gemeentekadaster en Gemeentelijk Centrum voor Elektronische Informatieverwerking) werd ontwikkeld, staat bekend onder de naam GKS (Gemeentelijk Kadastraal Systeem) en wordt ook aan een aantal andere gemeenten (waaronder 's-Gravenhage) verkocht. De database kan zowel on-line als batch worden geraadpleegd en gemuteerd. Voordat de bewaring Amsterdam geconverteerd was, werden dagelijks de staten 73a, 75 en registers 52 ingevoerd, en was het gemeentelijke bestand zeer actueel (hoogstens 10 dagen achter bij het rijkskadaster). Sinds de bewaring geconverteerd is, krijgt de gemeente maandelijks, doch met een achterstand van 2 à 3 maanden, de

was/wordt-situatie van de massale output (op tape) aangeleverd. Dit betekent een flinke achteruitgang in frequentie en actualiteit[5].
De gegevens uit de gemeentelijke database worden voor verschillende doeleinden aangewend. De afdeling belastingen krijgt bij iedere onroerend-goedbelasting (deel-) aanlevering de zogenaamde nulstand (gegevens per 1 januari) aangeleverd voor de heffing van OGB krachtens zakelijk recht. Hierin zijn door het gemeentekadaster ten opzichte van de AKR-gegevens een aantal wijzigingen aangebracht, zoals bepalen van de vermoedelijke belastingplichtige, registreren van de als economische eigenaar optredende diensttak bij gemeente-eigendommen, vervangen van het formele eigenaaradres (uit de akte) door het zakelijk adres van beleggers, koppelen gebouwadres-kadastraal perceel, het aanpassen van de tenaamstelling bij erfopvolging, wegwerken van onduidelijke buitenlandse adressen en het completeren van adressen.
Vrijwel alle gemeentelijke onderdelen zijn middels een eigen terminal op de database aangesloten. Hieronder vallen in elk geval: Waterleidingen, Energiebedrijf, Dienst Herhuisvesting, Dienst Volkshuisvesting, Havenbedrijf, Sociale Dienst, Grondbedrijf, Dienst Ruimtelijke-ordening, Dienst Openbare Werken, GG & GD, Gemeentepolitie, Brandweer, Dienst Gemeentebelastingen, Milieudienst (in oprichting), Monumentenzorg, Coördinatie Stadsvernieuwing en zes Stadsdelen. Via deze terminals kan slechts informatie worden opgevraagd; de mutatiefunctie is afgeschermd. Muteren gebeurt thans nog alleen door het Bureau Gemeentekadaster zelf.
Daarnaast vervult het gemeentekadaster een echte baliefunctie. Burgers, makelaars en zelfs notarissen vragen met grote regelmaat gegevens op. Dit kan zowel telefonisch (fax) als fysiek op het stadhuis. In het eerste geval is wel een rekening-relatie met het bureau nodig, in verband met de verschuldigde leges.
Naast de door het rijkskadaster aangeleverde gegevens bevat GKS nog meer informatie, waaronder de zogenaamde publiekrechtelijke beperkingen die door de gemeente zijn opgelegd. Hierbij valt te denken aan zaken als ter plaatste geldende ruimtelijke plannen (streekplan, structuurplan, bestemmingsplan en keurblokken op grond van de Woningwet 1901), aanwijzing tot monument[6], aanschrijving in het kader van de Woningwet[7], aanwezigheid van achtergebleven oorlogsexplosieven (die tot een bouwverbod kunnen leiden), gelding van de kapverordening, afgegeven zijn van een garagevergunning.

---

[5] het laat zich aanzien dat het Kadaster op termijn bereid is de frequentie op te voeren.

[6] voorzover het rijksmonumenten betreft, is dit ook in het Kadaster geregistreerd (artt. 10 en 21 Monumentenwet).

[7] in art. 28 van de op dit moment in behandeling zijnde ontwerp-Woningwet wordt voorgesteld om ook dit bij het Kadaster te registreren.

Gebouwenregistratie

De sinds 1987 onder het gemeentekadaster resulterende voormalige Woningkartotheek bevat van alle gebouwen in de gemeente Amsterdam gegevens als adres, huisnummer, bestemming, gebruik, bouwjaar, BWT-nummer, aantal kamers en oppervlakte. De laatste vier gegevens worden nu alleen van woningen bijgehouden, straks zal dit ook voor bedrijven gebeuren. De hoofdtaak van de afdeling is het bijhouden van de actuele woningvoorraad. Dit vooral in verband met de grote rol die het aantal woningen speelt in de sleutels van het gemeente- en stadsvernieuwingsfonds en bij de toewijzing van woningcontingenten. De gegevens omtrent de woningvoorraad worden doorgeleverd aan het Centraal Bureau voor de Statistiek, die uiteindelijk de cijfers levert voor de uitkeringsgrondslagen. De bestanden van het Directoraat Generaal voor de Volkshuisvesting die worden gebruikt bij de uitvoering van het stadsvernieuwingsfonds zijn daar van afgeleid. Binnen de gemeente worden de gegevens gebruikt voor de OGB en voor het steekproefbestand van de Dienst Volkshuisvesting. Daarnaast worden er veel statistische gegevens uit samengesteld, onder andere ten behoeve van het statistisch jaarboek.
De invoer voor de registratie wordt gevormd door allerhande vergunningen die met woningen (en bedrijven) te maken hebben, zoals bouwvergunning, splitsingsvergunning en onttrekkingsvergunning. Deze vergunningen worden door Bouw- en woningtoezicht of de deelraad verleend en een afschrift wordt naar het gemeentekadaster gezonden. Er kan op deze wijze helaas nooit zekerheid bestaan dat alle mutaties binnenkomen. Naast illegale veranderingen, blijkt ook het aanbrengen van appartementen in pakhuizen zonder vergunningen plaats te kunnen vinden. Door integratie van de bestanden is men thans bezig dit soort afwijking terug te dringen (bij een appartementssplitsing zal dit dus uit de kadastrale gegevens blijken). Wanneer een vergunning niet voldoende informatie bevat om de zaak achter het bureau af te doen, wordt er een medewerker naar het pand gestuurd om de situatie ter plaatse te bekijken (schouwen). Systematische buitendienstopnamen worden echter overgenomen van diensten die deze ten behoeve van lijnprocessen hebben verzameld.

Gemeentelijk Adressen Bestand

Bij deze afdeling registreert men de officiële straatnamen en huisnummers zoals die door de gemeente zijn vastgesteld. Aan de straatnaam wordt een unieke straatcode toegekend, en tevens wordt de 24-positie schrijfwijze (BOCO-norm) geregistreerd. De oude PTT-schrijfwijze (17 posities) wordt ook nog geregistreerd alhoewel deze binnen enkele jaren moet vervallen. Per adres worden de eveneens van de PTT afkomstige postcode en de coördinaten toegevoegd. Deze coördinaten worden verkregen uit het digitaliseren van de huisnummers, door medewerkers van de afdeling GAB. Voor de eventuele

horizontale verdeling (dus ook bij appartementssplitising) is een z-coördinaat ingevoerd. De combinatie adres-coördinaat wordt onder andere gebruikt voor het vervaardigen van thematische kaarten. Verder wordt van ieder adres aangegeven in welk stadsdeel en in welke buurtcombinatie het is gelegen.
Bovendien wordt tussen deze 'kleinste gebruikseenheid'-registratie en de kadastrale perceelsnummers een relatie gelegd onder de naam 'gebouwen-kadaster'[8]. Omdat deze registratie zowel bij wijziging van het adres, als van de kadastrale perceelsindeling moet worden bijgewerkt, houdt de afdeling ook de kadastrale plans bij. Omdat de adres-perceel-koppeling deel uitmaakt van het GKS is het adres een mogelijke ingang tot de kadastrale gegevens binnen GKS. In de AKR ontbreekt het op dit moment regelmatig aan correcte adresgegevens. Dit is niet verwonderlijk omdat de gemeente de adressen vaststelt, en niet het rijkskadaster.

Tekenkamer

De tekenkamer verricht vrijwel al het tekenwerk voor de secretarie en de gemeentelijke diensten zonder eigen tekenkamer. Hieronder vallen de aktetekeningen die ieder erfpacht-, pacht- of huurcontract vergezellen en de kaarten die bij verordeningen zitten. Ook verzorgt de afdeling representatief tekenwerk, het grafische deel van het statistisch jaarboek en de illustraties van gemeentelijke rapporten. De tekenkamer is aldus gedeeltelijk dienstbaar aan de vastgoedregistratie.
Naast deze specifieke taken wordt door het gemeentekadaster de 'legger der wegen' bijgehouden en kunnen er lichtdrukken van bestemmingsplannen worden verkregen.

Landelijke trends

Verwarring

Hiervoor is vooral gesproken over het gemeentekadaster. Deze term is de laatste jaren in een aantal verschillende betekenissen gehanteerd. Onder gemeentekadaster dient niet een afzonderlijk gemeentelijk bureau te worden verstaan. Beter is het om te denken aan een (afschrift van de) kadastrale registratie op gemeentelijk niveau. De inpassing hiervan binnen de gemeentelijke organisatie verschilt niet zelden per gemeente, wat van belang kan zijn voor het gezicht van deze registratie. Niet zozeer in de zin van het functioneren van de registratie, maar wel in de manier van prioriteitsstelling

---

[8] dit systeem lijkt in grote lijnen op het systeem PAP van het rijkskadaster.

en in de gebruiksmogelijkheden[9]. De verwarring tussen een registratie gemeentekadaster en een dito organisatie is versterkt door het Adrau-rapport. De verwarring doet zich overigens ook voor bij het rijkskadaster, waar meestal over het Kadaster gesproken wordt wanneer men de Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers bedoelt.
Naast het hier aangegeven verschil tussen een organisatie gemeentekadaster en een registratie gemeentekadaster bestaat er ook nog verwarring tussen gemeentekadaster en basisregistratie vastgoed. De laatste vorm gaat uit van een centrale gemeentelijke basisregistratie van vastgoedinformatie. In dat geval kan deze registratie uit vier hoofdmodules bestaan, te weten rechtstoestand, gebouwen, terreinen en identificaties. Het gemeentekadaster dient in dat geval te worden gezien als synoniem van de registratie van de (met name privaatrechtelijke) rechtstoestand, zoals die periodiek door het rijkskadaster aan de gemeente wordt verstrekt. Daarnaast wordt de term gemeentekadaster ook gebruikt om de gehele basisregistratie vastgoed mee aan te duiden, en in bepaalde gevallen zelfs om de organisatie die deze basisregistratie beheert aan te geven. Deze verwarring werkt zelfs door in de nota naar aanleiding van het eindverslag bij de Kadasterwet, waarin onder gemeentekadaster een organisatie wordt verstaan die ook niet kadastrale gegevens registreert.
Om deze en andere verwarring te voorkomen lijkt het mij aanbevelingswaardig dat met gemeentekadaster uitsluitend de registratie van de (privaatrechtelijke) rechtstoestand wordt bedoeld, zoals die periodiek door het rijkskadaster aan de gemeente wordt geleverd. De basisregistratie vastgoed dient als zodanig te worden aangeduid, terwijl de beherende organisatie per gemeente zodanig kan verschillen dat daarvoor moeilijk een vaste term kan worden gebezigd. Er is wel eens gedacht aan gemeentelijke vastgoedbalie. Het verdient aanbeveling om in brede kring consensus te bereiken over deze terminologische kwestie.

Basisregistraties

Behalve de verwarring aangaande de termen gemeentekadaster en basisregistratie vastgoed bestaat ook over de precieze taak en de organisatorische inbedding geen consensus, zelfs niet binnen de kring van de gemeenten. De idee achter basisregistraties, zoals de al genoemde basisregistratie vastgoed, is afkomstig van de VNG. Dit werd aangedragen in het rapport 'Gemeentelijke Basisregistraties' [10], dat verscheen als gevolg van

---

9 zie ook T. Schrover en W. van Pijkeren, Liggen er nieuwe taken voor de Gemeentekadasters, in NGT Geodesia 1984, pag. 335.

10 Gemeentelijke Basisregistraties, VNG, Groene reeks nr. 86, 1986.

de constatering dat er forse problemen rond de (gemeentelijke) informatievoorziening bestonden.
Informatie blijkt noodzakelijk voor het functioneren van de gemeente, en omdat binnen de gemeente vele activiteiten worden ondernomen, worden op verschillende plaatsen binnen de gemeente gegevensbestanden bijgehouden. Het blijkt dat veel dezelfde gegevens bij verschillende activiteiten noodzakelijk zijn zodat grotendeels gelijke gegevensbestanden op verschillende plaatsen binnen de gemeente worden bijgehouden. Het verdient aanbeveling om zulke verwante bestanden samen te brengen in grotere informatiesystemen (multifunctionaliteit). De VNG onderscheidt in dat geval vier clusters van gegevens, namelijk bevolking, vastgoed, maatschappelijke objecten en middelen. Omdat gegevens uit de vier clusters voor activiteiten van de gemeente als geheel noodzakelijk zijn, dienen de gegevens uit de clusters middels informatiesystemen gemakkelijk toegankelijk te zijn. Zulke informatiesystemen nu, worden basisregistraties genoemd.
Een basisregistratie moet aan een aantal eisen voldoen. Het dient te gaan om een multifunctioneel informatiesysteem:
- waarvan de inhoud, de bijhoudingsprocedure, het uniforme begrippenkader en de codering vooraf zijn vastgesteld;
- waarin van ieder object/subject dat binnen de betreffende cluster valt de basisgegevens worden vastgelegd, zoals die door de gebruikers worden aangegeven, hetgeen aan verandering onderhevig kan zijn;
- dat via bepaalde basisgegevens te koppelen is met proces-bestanden;
- waarvan de gegevens slechts op één plaats worden bijgehouden;
- dat één logisch geheel vormt, zonder noodzakelijk één organisatorisch geheel te zijn.

Dit laatste is van groot belang. Veel gemeenten verzetten zich namelijk tegen het opzetten van een speciaal bureau voor de vastgoedinformatie. Amsterdam is in dit opzicht een uitzondering, hetgeen gezien de bijzondere problemen van deze grote stad weinig verbazing behoeft.

VNG-beleid

De VNG beoogt op het gebied van de informatievoorziening lijn te brengen in het gemeentelijk front, door inzicht te verkrijgen in de benodigde structuur. Het beschrijven hiervan wordt vergemakkelijkt door het instrument van de Gemeentelijke Functionele Ontwerpen (GFO). Een GFO is een programma van eisen voor de opzet, de inrichting en het gebruik van een basisregistratie op het terrein van de gemeentelijke informatievoorziening en automatisering. In een GFO wordt omschreven wat, aan wie en voor welk doel als informatie geleverd dient te worden. Binnen zo'n programma dient beleidsmatig te worden onderscheiden de informatie die voor intern gebruik nodig is, en de informatie die ook voor andere overheden nodig is. De gemeente heeft in de

eerste plaats informatie nodig voor de eigen beleids- en beheersprocessen. Daarbij komt dat het verstrekken van informatie door de gemeente aan andere overheden financiële offers van de gemeente vraagt, vooral wanneer geen goede compensatie- of verrekeningsregeling is getroffen.
De VNG kiest voor een gezamenlijke aanpak bij het realiseren van de GFO's, hoewel er ook voordelen verbonden zijn aan het per gemeente tot stand brengen van een functioneel ontwerp. De nadelen (waaronder hoge ontwikkelingskosten en afhankelijkheid ten opzichte van leveranciers) lijken toch te overheersen. De gezamenlijke aanpak is een logisch vervolg op de in VNG-verband tot stand gekomen GFO voor de bevolkingsadministratie (GBA).
Het VNG-beleid is er op gericht om de hierboven beschreven principes van de basisregistraties ook ten aanzien van de vastgoedinformatie tot uitdrukking te laten komen. In de genoemde publikatie wordt dit al aangegeven in het derde hoofdstuk dat specifiek over de vastgoedinformatie handelt.

Organisatie GFO

Als opvolger van eerdere regionale initiatieven is in 1982 bij de VNG de afdeling IBA (Informatiebeleid, Beleidsanalyse en Automatisering) ingesteld, die zich onder andere met de GFO's bezighoudt. Daarnaast kent de VNG ook het Platform voor de Vastgoedinformatie. Het platform kent als taken het formuleren van een beleidsconcept, waarin algemene definities worden opgenomen en het opstellen van een projectenplan, waarin voorstellen worden gedaan om tot GFO's te komen. Het einddoel is het opstellen van die GFO's. Het platform heeft in 1988 ter gelegenheid van de Studiedag Vastgoed een eindrapport[11] doen verschijnen, waarin een concept voor de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening wordt gegeven. Het rapport begint met een beschrijving van de hierboven reeds vermelde concepten aangaande basisregistraties en GFO's, die als basis fungeren van het ontwikkelde concept. In het rapport worden drie soorten knelpunten aangaande de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening onderscheiden:
- knelpunten voortkomend uit algemene maatschappelijke ontwikkelingen;
- organisatorische knelpunten; een visie op de gemeentelijke (vastgoed-) informatievoorziening leidt tot een visie op de gemeentelijke organisatie;
- knelpunten voortvloeiend uit de toepassing van automatisering.

De volgende twee doelstellingen aangaande de GFO-vastgoed worden onderkend. Ten eerste is er behoefte aan een GFO-intern, welke zich richt op een bundeling van deskundigheid van gemeenten, het collectief formuleren van wensen aan leveranciers, en het formuleren van een uniform gegevenspakket

[11] Vastgoedinformatie, Een concept voor de gemeentelijke vastgoedinformatievoorziening, eindrapport VNG, 1988.

voor onderlinge communicatie. Daarnaast wil het platform een GFO-extern, welke zich richt op het vaststellen van een gegevenspakket voor communicatie met andere instanties, het maken van bestuurlijk-organisatorische afspraken, en het saneren van externe informatie-stromen.
Na het tot stand komen van het concept voor de gemeentelijke vastgoed-informatie was de aandacht gericht op het "projectenplan vastgoedinformatie 1989" en het "plan van aanpak GFO-basisregistratie vastgoed (BRVG)". In september 1989 is men begonnen met het GFO- Vastgoed. Dit GFO richt zich op een minimale basisregistratie van gemeentelijke vastgoedgegevens, via een inventarisatie van het meervoudig gebruik van gegevens en van de mogelijke koppelingsgegevens. Hiernaast worden binnenkort enkele GFO's opgesteld voor belangrijke deelaspecten van de vastgoedinformatie. Een GFO-gemeentekadaster is gepland!

Amsterdam heeft het

De Amsterdamse situatie sluit goed aan bij het basisregistratie-denken van de VNG. De basisgegevens worden voor een ieder beschikbaar gehouden, en daartoe slechts eenmaal verzameld, verwerkt en opgeslagen. Indien nodig kan een diensttak zijn eigen procesgegevens combineren met de basisgegevens. Dat binnen Amsterdam de hele basisregistratie administratief vastgoed één organisatorische eenheid vormt, is binnen het VNG-beleid geen noodzaak. Het is vanwege de voortschrijdende technische hulpmiddelen mogelijk om met één logisch geheel te volstaan, zonder de uitgangspunten van een basis-registratie aan te tasten. Het lijkt erop dat naarmate de gemeente groter wordt er meer noodzaak is voor een centrale sturing. Het is nog niet duidelijk in hoeverre de Amsterdams entiteiten-verzameling overeenstemt met de uitkomsten van de onderscheiden GFO's. Naar verwachting zal er wel een grote overeenkomst zijn. In ieder geval loopt Amsterdam op dit moment vooraan met de ontwikkeling van een basisregistratie vastgoed.

Sommigen lezen om te denken, die zijn zeldzaam; sommigen om te schrijven, die zijn algemeen; en sommigen lezen om te praten, die vormen de grote meerderheid.

Charles Caleb Colton

DE LANDINRICHTING IN DE JAREN 1985 - 1990

Prof.ir. W. van Berk

Inleiding

De landinrichtingsdienst van het Ministerie van Landbouw, die zich bezig houdt met de veranderingen in het buitengebied en de landinrichting begeleidt, is vijf jaar ouder dan het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius". Zij vierde in 1985 haar tiende lustrum. Ter gelegenheid daarvan verscheen de interessante jubileum uitgave Veranderend Nederland, waarin een halve eeuw ontwikkeling op het platteland kleurrijk is beschreven. Hoewel dit voor veel mensen die bij de ruilverkaveling zijn betrokken een heuglijk feit was, vormde het niet het hoogtepunt uit de periode 1985-1990 voor de landinrichting. Dat was de vervanging van de Ruilverkavelingswet 1954 (Rvkw.) door de Landinrichtingswet (Liw.) op 15 oktober 1985.
Deze wetswijziging was nodig omdat de agrarisch gerichte doelstelling van de rvkw. niet meer aansloot op de verdergaande maatschappelijke eisen voor de inrichting van het landelijk gebied.
De periode 1985-1990 wordt gekenmerkt door de afbouw van de ruilverkavelingsprojecten oude stijl, die onder de Rvkw. zijn begonnen en het in voorbereiding nemen van landinrichtingsprojecten nieuwe stijl.
De door de regering doorgevoerde bezuinigingen hebben dat overgangsproces vertraagd.

In de laatste jaren van de periode stond niet het instrument landinrichting ter discussie maar wel de wijze waarop de doelstellingen van de Liw. gestalte krijgen. Zo zijn de landbouworganisaties van mening dat de veeteelt en de akkerbouw met quoteringsregelingen, marktsituaties en milieuvraagstukken worden

geconfronteerd die een herbezinning op de landinrichting vereisen. De organisaties, die zich inzetten voor de natuur en het landschap zien voor hun sectoren nog te veel negatieve en te weinig positieve gevolgen van de landinrichting. De milieubeweging, gezamenlijk optredend in het landelijk milieuoverleg, luidt voortdurend de alarmklok over de uitwassen van de vermesting en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Ook de regering liet zich niet onbetuigd in het uitdragen van nieuwe ideeën die de inrichting van het landelijk gebied rechtstreeks of indirect zullen gaan beïnvloeden. In 1988 verscheen de Vierde nota over de ruimtelijke ordening, die in 1990 werd aangescherpt om het woon-werkverkeer te beteugelen. In 1989 zagen het Nationale Milieubeleidsplan (NMP), de Structuurnota Landbouw (SNL) en het Natuurbeleidsplan (NBP) het licht.
In de Miljoenennota 1990 sprak de Minister van Landbouw zijn onbehagen uit over de te trage afdoening van de landinrichtingsprojecten en de daaruit voortvloeiende begrotingsperikelen. Inmiddels heeft de minister een ambtelijke commissie in het leven geroepen en die belast met de evaluatie van de landinrichting om tot een snellere en efficiëntere werkwijze te komen.

De ontknoping van deze maatschappelijke discussie valt helaas buiten deze periode. Ze zal te vinden zijn in een nieuw structuurschema landbouw, natuur en openluchtrecreatie (SLNO), een operationeel beleidsplan voor de inrichting van het landelijk gebied met een looptijd tot het jaar 2010. Het initiatief daarvoor ligt bij de Minister van Landbouw.

Historisch overzicht

Onder vigeur van de oorspronkelijke Rvkw. uit 1924 en de latere versies uit 1938 en 1954 is tussen 1924 en 1985 een oppervlakte van 820.000 ha opnieuw verkaveld, verdeeld over 340 blokken. Bij de in werking treding van de Liw. waren op 640.000 ha nog 186 ruilverkavelingsprojecten in uitvoering. Dat is bij elkaar ruim de helft van de totale cultuurgrond in ons land. Met de oppervlakte van de projecten in voorbereiding er bij gaat het om twee derde van dat totaal.

Aanvankelijk speelde de ruilverkaveling zich af in blokken van enkele honderden hectares. Het verkrijgen van een betere economische indeling van de sterk verspreid liggende eigendommen was het grote doel in deze projecten.
Na de aanpassing van de wet in 1938 gaan de aanleg van wegen en de verbetering van de ontwatering hand in hand met de herverkaveling. De ontginning van woeste grond is in die tijd nog een spectaculaire activiteit. Door de vergroting van

het areaal cultuurgrond werd de eigen voedselvoorziening minder kwetsbaar.
Met de Rvkw van 1954 vervalt de vervening als doelstelling. Op grond van het fameuze art.13 van deze wet wordt het mogelijk 5 % van de waarde van de grond in een project toe te wijzen aan openbare lichamen ter realisering van niet-agrarische bestemmingen. Deze inbreuk op de eigendom is de eerste aanzet om in de ruilverkaveling ook het algemeen belang expliciet te behartigen. De landschappelijke aankleding krijgt een vaste plaats onder de ruilverkavelingszon. De pachtverkaveling verdringt de eigendomsverkaveling. Het nuttig effect van de herverkaveling stijgt aanzienlijk door de grootschaligheid van de blokken en het verplaatsen van boerderijen. Onder deze versie van de wet komt de ruilverkaveling tot grote bloei. De jaarlijks instroom loopt op tot 50.000 ha met een gemiddelde blokgrootte van 7000 ha.
En dan op het hoogtepunt krijgt de ruilverkaveling te maken met de uitwerking van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) die op 1 augustus 1965 in werking was getreden in de vorm van streekplannen, bestemmingsplannen voor het buitengebied en de Derde nota over de ruimtelijke ordening. En niet te vergeten een omslag in het maatschappelijk denken over de betekenis van natuurlijke waarden.
Er komen strijdigheden aan het licht tussen de functies zoals die in de ruimtelijke ordening zijn benoemd en de plannen voor de ruilverkavelingsprojecten. Maar een regeling om die tegenstellingen te kunnen oplossen is niet voorhanden.
Om uit de dreigende impasse te komen benoemen de Minister van Landbouw en de Minister van VRO in 1972 een commissie om een wetswijziging voor te bereiden die een afstemming van de landinrichting met een bredere doelstelling op de ruimtelijke ordening verzekerd. Het jaar daarop daalt de oppervlakte die in uitvoering wordt genomen tot 45.000 ha.
Het spanningsveld tussen landbouw enerzijds en anderzijds natuur en landschap, is algemeen. In 1975 verschijnt de relatienota, waarin de regering landelijk de weg effende om 200.000 ha uit het agrarisch areaal aan te wijzen als beheersgebieden of reservaten en aansluitend via overeenkomsten tussen de staat met de pachters en eigenaren die status te effectueren. Een deel daarvan is in ruilverkavelingsverband gerealiseerd.
De maatschappelijke opwaardering van de natuur, het landschap en het milieu ten koste van de landbouw zien we ook, maar dan wat later in de tijd, in de andere E.E.G. lidstaten en het E.E.G. landbouwstructuurbeleid. In ons land leidde de herbezinning op de herinrichting van het landelijk gebied in 1985 tot de Liw. Eerder, in het jaar 1977, komen de Reconstructiewet Midden-Delfland en de Herinrichtingswet Oost-Groningen en de Gronings-Drentse Veenkoloniën tot stand. Deze bijzondere wetten waren nodig omdat de daar bestaande landinrichtingsproblematiek niet met de Rvkw. viel op te lossen. Veel nieuwe elementen uit deze wetten zijn overgenomen in de Liw.

Wetswijziging

De Liw. heeft een bredere doelstelling dan de Rvkw. De maatregelen en voorzieningen ondersteunen, anders dan in de ruilverkavelingswetgeving, ook de natuur, het landschap, de infrastructuur, de openluchtrecreatie en de cultuurhistorie. Om dit waar te kunnen maken heeft de Liw. meer inrichtingsvormen, te weten:

- de ruilverkaveling, die het dichtst bij de oude rvkw. staat en bedoeld is voor gebieden met een in hoofdzaak agrarische functie. Van zowel de projecten in voorbereiding als de projecten in uitvoering behoren de meeste tot de ruilverkavelingsvorm. De ruilverkavelingsvorm kent een eigen variant in de ruilverkaveling met een administratief karakter. Een passende procedure voor gebieden waar de eigendommen of de gepachte grond te verspreid liggen maar de andere inrichtingsfactoren in orde zijn. De investering moet beneden de f.1000 per ha blijven. Van deze variant is in 1988 het project "Sluis Oostburg" als eerste in uitvoering genomen. Het ligt in Zeeland dat veel cultuurgrond met een goede ontsluiting en waterbeheersing maar een slechte verkaveling heeft. Dat is de reden dat daar in 1989 nog twee nieuwe projecten van dit type in voorbereiding zijn genomen.
- de herinrichting, ter oplossing van de problemen in gebieden met in belangrijke mate niet-agrarische functies. Onder deze vorm is de onteigening ten behoeve van de niet-agrarische functies het belangrijkste verschil met de ruilverkavelingsvorm. In 1988 kwam de eerste herinrichting, het project "Hitland" in uitvoering. Een groot aantal herinrichtingen is in voorbereiding.
- de aanpassingsinrichting, waarmee verstoringen ten gevolge van de uitvoering van grote infrastructurele werken worden omgebogen naar een verbetering van de inrichting van het belendende gebied. Eind 1989 is het voorontwerp van de aanpassingsinrichting Eschmarke gepubliceerd. Deze aanpassingsinrichting is gericht op het terugbrengen van de nadelige gevolgen die de aanleg van de A 35, een rijksweg ten oosten van Enschede, voor het belendende gebied met zich mee brengt. De tracering van nog een rijksweg in dit blok is een onverwachte complicatie. De landinrichtingscommissie heeft echter allerlei initiatieven genomen om de grondverwerving, de inrichting, de herverkaveling en de complexe financiële afhandeling in een werkbare procedure te vangen en die in korte tijd, voor 1994, af te handelen. Een van de middelen die zij daarbij aanwendt, is de officieuze tervisielegging van de inbreng en het houden van een wenszitting in de voorbereidingsperiode. Een interessant experiment dat navolging verdient.

en als laatste

- de ruilverkaveling bij overeenkomst, waarbij een aantal belanghebbenden zich op vrijwillige basis binden hun eigendommen volgens een plan te verdelen.

Om de aansluiting van de ruilverkavelingen, die in 1985 in uitvoering of in voorbereiding waren, met de Liw. te verzekeren, zijn die als ruilverkaveling onder deze wet gebracht. De zittende plaatselijke commissies en ook de voorbereidingscommissies zijn tot landinrichtingscommissies gepromoveerd om hun werk te kunnen voortzetten.

De Centrale Landinrichtings Commissie (CLC) heeft, als opvolger van de Centrale Cultuurtechnische Commissie (CCC), de algemene leiding in de landinrichting gehouden en blijft het adviesorgaan voor de Minister van Landbouw. Daarnaast is de invloed van de gemeenten en de waterschappen en met name van de provincies op de voorbereiding van de landinrichtingsprojecten versterkt.

De Planning van de projecten

In het hoofdstuk "Voorbereiding van en het besluit tot uitvoering van een herinrichting of een ruilverkaveling" van de Liw. is bepaald dat er een Voorbereidingsschema Landinrichting is.
Via dit schema stelt de Minister van Landbouw jaarlijks vast welke van de door de provincies voorgedragen gebieden als herinrichtings- of ruilverkavelingsproject in voorbereiding komen.
In het hoofdstuk "Algemene Bepalingen" van de Liw. is vastgelegd dat er een Structuurschema Landinrichting (SLI) is dat, voor de daarin vermelde tijd, de hoofdlijnen en beginselen van het nationale landinrichtingsbeleid bevat en in het bijzonder inzicht geeft in de ruimtelijke aspecten van dat beleid. Hoewel het SLI deel uit maakt van de familie structuurschema's heeft het toch een ander karakter omdat het gekoppeld is aan de Liw. en, anders dan de overige structuurschema's, geen binding heeft met een sectoraal beleid.
Voor een structuurschema zijn steeds de sectorale minister en de facet minister voor ruimtelijke ordening verantwoordelijk. In het geval van het SLI dus de Minister van Landbouw en de Minister van VROM. Daarmee wordt tevens recht gedaan aan de in wet gegeven definitie : "Landinrichting strekt tot verbetering van de inrichting van het landelijk gebied overeenkomstig de functies van dat gebied, zoals deze in het kader van de ruimtelijke ordening zijn aangegeven".

Bij het SLI hoort een beleidskaart, waarop staat afgebeeld tot welke gebieden de landinrichting beperkt blijft. Daarbuiten is jaarlijks nog 2000 ha toegestaan. Verdere voorwaarden waaraan een project, volgens het SLI, moet voldoen om voor plaatsing op het voorbereidingsschema in aanmerking te komen zijn:
. het rendement in de agrarische sector dient tenminste 5 % te zijn;

- de andere sectoren dienen met de uitvoering te zijn gebaat;
- de investering per ha moet beneden een bepaald bedrag blijven. Daarnaast is in het SLI vastgelegd dat per jaar hooguit 40.000 ha in uitvoering kan komen voorzover de budgettaire ruimte dat toelaat. Daarom zal de minister het volume van de projecten, die hij op het voorbereidingsschema plaatst, wat hoger stellen om enige reserve te hebben als projecten tijdens de voorbereiding afvallen.

Het SLI dateert uit 1981 en loopt tot 1994.

Bezuinigingen in de landinrichting.

In de zeventiger jaren groeit er geleidelijk aan een maatschappelijk ongenoegen over de hoogte van de collectieve uitgaven. De vraag of de overheid een bepaalde taak moet blijven vervullen is regelmatig aan de orde. Kosten-baten analyses worden aangegrepen om bij een te ongunstige uitkomst de staatsbemoeienis te verminderen. Het profijtbeginsel moet de subsidiecultuur gaan vervangen.
De toenmalige CCC liet een evaluatiemethode ontwikkelen om een zo groot mogelijk rendement uit de maatregelen en voorzieningen in een ruilverkaveling te verkrijgen.

De methode is inmiddels verbeterd en staat bekend als de Herziene Evaluatie Landinrichtings Projecten (HELP). De evaluatie van alle landinrichtingsprogramma's verloopt volgens deze methode.
Ze komt neer op de bepaling van het effect per alternatief pakket voorgenomen maatregelen en voorzieningen in economische zin en een beschrijving van het verwachte gevolg voor de natuur, het landschap en de gesteldheid van bodem, water en lucht ten opzichte van de situatie die zich voordoet zonder landinrichting. Om vervolgens het geschiktste alternatief te kiezen.
De ingenieur van het kadaster, die de landinrichtingscommissie bijstaat, is verantwoordelijk voor het aangeven van de verwachte verbeteringen in de verkaveling in relatie met de andere te treffen maatregelen en voorzieningen. Hij komt tot die conclusies door het uitvoeren van een toedelingsonderzoek.

De regering belastte een ambtelijke werkgroep met twee opdrachten. Ten eerste het analyseren van een aantal met name genoemde overheidstaken en de daarmee gemoeide kosten. Ten tweede het verkennen van de mogelijkheden om die taken af te stoten, te extensiveren of uit te besteden.
Deze ambtelijke werkgroep onderzocht ook het landinrichtingsbeleid. Zij komt tot de conclusie dat de landinrichting een onmisbaar overheidsinstrument is om de kwaliteit van het landelijk gebied op peil te houden en blijvend toe te rusten

voor een rendabele agrarische exploitatie en geeft aan hoe jaarlijks 20 % op de uitgaven valt te besparen. Regering en parlement nemen haar voorstel over. Daarmee kwam weliswaar de noodzaak van landinrichting vast te staan maar werden ook de volgende bezuinigingen in gang gezet.

- het rijksaandeel in de investering per ha voor nieuwe projecten gaat van f.6500 per ha terug naar f.4750;
- de jaarlijkse toevoeging aan het voorbereidingsschema daalt tot 36.000 ha;
- verlenging van de uitvoeringsduur van de projecten in uitvoering tot 16,5 jaar.

Door de bijdragen van de waterschappen aan de waterbeheersing in landinrichtingsprojecten te verhogen kon de intensiteit van deze landinrichtingfactor op peil blijven.

De vermindering van de jaarlijks in uitvoering genomen oppervlakte en een lagere investering per ha leiden tijdens de uitvoering tot een vermindering van de budgettaire last zoals in het onderstaande staatje is weergegeven.

procentueel uitgavenpatroon landinrichtingsprojecten in de tijd

1ste jaar	2de jaar	3de jaar	4de jaar	5de jaar	latere jaren
1 %	5 %	8 %	10 %	7 %	69 %

Alleen de verlenging van de uitvoeringsduur van de in uitvoering zijnde projecten leidt direct tot een lagere investering per jaar, maar zeker niet tot een werkelijke bezuiniging. Integendeel, de voordelen blijven langer uit en de kosten van het ambtelijk beheer van de onderhanden zijnde projecten nemen toe.
De drie bezuinigingen zijn in 1983 in gang gezet en werken nu in volle omvang. Door het oprekken van de uitvoeringsduur van 13 tot 16 jaar is de jaarlijkse budgettaire last met ongeveer 20 % verlaagd. Een deel van die vermindering is echter weggevallen tegen de autonome kostenstijging van de werken ten opzichte van de oorspronkelijke begroting. Daardoor is de verwachting op termijn met lagere jaarlijkse budgetten te kunnen volstaan in het water gevallen. De CLC heeft de minister op deze problematiek gewezen en om hogere budgetten gevraagd. Als die uitblijven is er voorlopig geen zicht op het uitvoeren van projecten die onder de doelstelling van de Liw. zijn voorbereid.

De afname van het landinrichtingsvolume en van de inrichtingsintensiteit hebben uiteraard gevolgen voor de omzet van de gespecialiseerde ingenieurs-bureaus en aannemers en de bezetting bij de Landinrichtingsdienst en het Kadaster.
Bij een bezuiniging van 10 % op de uitgaven, gecombineerd met een verlaging van de instroom tot 36000 ha en een oprekking van de uitvoeringsduur tot 16.5 jaar werd het uiteindelijk verlies aan arbeidsplaatsen geschat op 340, waarvan 90 bij de overheid.

De vermindering van het aantal medewerkers bij de landinrichtingsdienst en bij het kadaster is, zoals uit het onderstaande overzicht blijkt, forser uitgevallen dan in de heroverweging werd gepland.

personeel/jaar	1981	1985	1987	1988	1990
Landinrichtingsdienst	850	814	669	613	?
Kadaster afd.landinr.	810	720	670	600	520

Dankzij de computerisering van de vastgoedsystemen en het ontwerpen van het plan van toedeling en de vermindering van het volume, kon het kadaster in de landinrichtingssector met veel minder medewerkers toe dan op grond van de bezuinigingsoperatie was geschat.

Bij de gespecialiseerde ingenieurs-bureaus en aannemers is de vermindering van het landinrichtingswerk geleidelijk aan gecompenseerd met werk in andere sectoren.

De resultaten

Om de resultaten in deze periode aan te geven maak ik gebruik van gegevens over de landinrichting uit de jaarverslagen van de CLC en de Rijksbegrotingen van Landbouw.

- De voortgang in de landinrichting, inclusief bijzondere wetgeving

	1981	1985	1986	1987	1988
aangevraagd	608.000	299.000	300.000	288.000	300.000
voorbereiding	441.000	360.000	396.000	418.000	400.000
in uitvoering	578.000	663.000	655.000	625.000	645.000
gereed	711.000	837.000	900.000	937.000	960.000

(gegevens over 1989 nog niet beschikbaar)

Hierin valt op dat in 1985 de aanvragen voor 600.000 ha inrichting naar 300.000 ha zijn teruggebracht.
Na de afdoening van 63.000 ha in 1986 is de oppervlakte van gereed gekomen projecten teruggezakt naar 30.000 ha per jaar. Volgens de bedrijfsgegevens van het kadaster zal die score pas in 1991 sterk oplopen.

- Op het voorbereidingsschema 1988 komen de volgende landinrichtingsvormen voor :

ruilverkavelingen	normaal	208.000 ha
	met administratief karakter	22.000
herinrichtingen		103.000
aanpassingsinrichting		1.600
		--------- +
totaal		334.600 ha

Uit dit overzicht blijkt dat al vrij snel na de in werking treding van de Liw. de herinrichtingsvorm een wezenlijk bestanddeel van de voorbereiding uitmaakt. De ruilverkavelingsvorm beslaat nog de grootste oppervlakte, met als eigen variant de ruilverkaveling met een administratief karakter. Vermoedelijk zal deze variant populairder worden, omdat ze niet tot een hogere productie leidt maar wel tot een verlaging van de bedrijfskosten.
Het voorbereidingsschema 1989 wijkt nauwelijks af van dat uit 1988.

- Rijksbijdrage in miljoenen guldens

jaar	raming
1981	210
1982	220
1983	232
1984	238
1985	213
1986	250
1987	196
1988	177
1989	177

De rijksbijdrage aan de landinrichting vertoont sinds 1986 een duidelijk dalende lijn. De consequentie daarvan is een langere uitvoeringsduur van de projecten dan gepland en een tragere start van de werken in nieuwe projecten, die in uitvoering komen.

- Bestedingen per factor in miljoenen guldens per jaar

De verdeling van de bestedingen over de verschillende factoren is een gevolg van de maatregelen en voorzieningen uit de stemmingsrapporten onder vigeur van de Rvkw. Zij weerspiegelen de concepten over de inrichting van ongeveer tien jaar geleden.
De ontsluiting en de verkaveling kregen elk 25 a 30 %, de waterbeheersing 20 a 25 %, boerderijbouw, recreatie en landschap elk tegen de 5 % . Tot nu toe is die verdeling stabiel.

factor	1981	1985	1986	1987	1988
ontsluiting	96	78	72	61	79
waterbeheersing	55	76	71	56	56
kavelinrichting	56	76	86	79	87
boerderijbouw	10	10	13	18	-
recreatie	8	17	7	11	-
landschap	10	11	13	11	9
overige posten	27	52	51	40	22
totaal	262	318	313	276	253

Vergelijking van dit overzicht met het vorige, laat zien dat de investeringen in de landinrichting hoger zijn dan de Rijksbijdrage. Dat meerdere is afkomstig van derden en de geïnde ruilverkavelings-/landinrichtingsrente. De bedragen worden elk jaar vastgesteld bij de behandeling van de begroting.

- Begroting per categorie van de in uitvoering genomen projecten per jaar

factor	1981	1985	1986	1987	1988
ontsluiting	80	57	65	30	34
waterbeheersing	83	43	62	11	59
kavelinrichting	101	88	80	11	115
boerderijbouw	26	16	16	4	-
recreatie	9	6	5	40	-
landschap	21	5	12	1	6
overige posten	20	12	11	2	5
totaal	340	227	250	99	219

Deze bedragen zijn de meerjarenverplichtingen die het rijk voor nieuwe projecten is aangegaan. Vooral hieruit blijkt een drastische verlaging ten opzichte van 1981. Uit de begrotingen van de verschillende factoren valt, afgezien van de grote post voor de recreatie in 1987, nog niet af te leiden dat de niet-agrarische factoren meer aandacht krijgen dan voorheen. De percentages voor de factoren in de begroting en voor de uitvoering ontlopen elkaar nog weinig. Die stelling zou genuanceerd moeten worden als uit de bestudering van de afzonderlijke blokken zou blijken dat de niet-agrarische activiteiten op een andere wijze worden gefinancierd. Zo'n onderzoek is niet verricht.

- Aanplant per jaar

jaar	1981	1985	1986	1987	1988
bomen	15.000	30.000	23.000	24.000	25.000
struiken (miljoenen)	2,1	2,2	2,0	1,5	1,0
opp.bos (ha)	134	406	298	204	360

De aanplant van bomen en struiken vertoont een wisselend beeld. De forse toename van de bosaanplant in 1988 is te danken aan de uitwerking van het meerjarenplan bosbouw uit 1986. Dat voorziet in een jaarlijkse aanplant van 1100 ha, waarvan 400 ha in landinrichtingsprojecten. Daarop is in een aantal projecten geanticipeerd.

- Relatienota

In de in 1975 verschenen relatienota is de basis gelegd voor de aanwijzing van 200.000 ha beheersgebieden en reservaten. Voor 100.000 ha beheersgebied is de aanwijzingsprocedure achter de rug. In 1989 is de tweede fase voor de aanwijzing van nog eens 100.000 ha van start gegaan. Alle gebieden komen in aanmerking voor de E.E.G. bergboerenregeling. Eind 1989 waren voor ruim 10.000 ha beheersovereenkomsten afgesloten. De reservaatsoppervlakte was toen gestegen tot 6000 ha. Deze acties manifesteren een meer op de niet-agrarische sector gericht beleid.

De toekomst

Sinds de in werking treding van de Liw. zien we dat de roep om in de landinrichting meer te doen voor de natuur, het landschap en de openluchtrecreatie aanhoudt.
In 1988 publiceerde de regering de Vierde nota over de ruimtelijke ordening en in 1989 het NMP. Beide nota's hebben betrekking op heel Nederland en dus ook op het landelijk gebied. In de eveneens in 1989 verschenen SNL en het NMP staat het landelijk gebied centraal.
Een dominant gegeven in al deze stukken is de grote bezorgdheid over de kwaliteit van het milieu en de noodzaak de bodem, het water en de lucht te moeten vrijwaren voor de negatieve gevolgen van de agrarische exploitatie. Daarvan getuigt ook de begroting van Landbouw voor 1990. Vanaf 1 december 1989 kunnen de landbouwbedrijven zeer hoge subsidies krijgen op een pakket milieuinvesteringen en investeringen gericht op kwaliteitsverbetering van de produktie.
Op dit moment zijn er geen aanwijzingen dat de landinrichting een eigen bijdrage

aan het verminderen van de milieuproblematiek kan leveren. Wel zullen de beperkingen die het milieubeheer voor bepaalde gronden met zich meebrengt de herverkaveling daarvan bemoeilijken.

Volgens de Vierde nota over de ruimtelijke ordening en in samenhang daarmee het NBP dient een forse oppervlakte agrarische grond een bestemming te krijgen ten behoeve van de natuur, het landschap, de bosbouw en een aaneengesloten netwerk van elementen met natuurlijke waarden.
Volgens de prognoses in de SNL zal de afname van de veeteelt- en akkerbouwbedrijven wat sneller gaan dan in de verstreken jaren het geval was. De verwachting is dat daardoor tot het jaar 2005 tussen de 300.000 en 400.000 ha landbouwgrond vrij komt. De regering wil daarvan 150.000 ha ten goede laten komen aan niet-agrarische functies. Dat lijkt, rekening houdend met de vraag naar bedrijfsterreinen en naar gebieden voor woningbouw, te weinig om de groene sectoren goed op het paard te helpen. Anderzijds vindt de agrarische sector dat deze weggeverij van agrarische grond al veel te ver gaat. Zij beroept zich op het geweldige economische belang van de agrarische sector voor de nederlandse economie. Deze sector neemt een kwart van de export voor haar rekening. En het positieve saldo van de agrarische handelsbalans is een veelvoud van het positieve saldo van de totale handelsbalans. Daarmee is echter nog niet aangetoond dat de agrarische sector geen grond zou kunnen missen, want 65 % van de totale opbrengst wordt voortgebracht op 20 % van de cultuurgrond. De overige 80 % van de cultuurgrond is in gebruik bij de veeteelt- en akkerbouwbedrijven, die met elkaar 35 % van de agrarische waarde voortbrengen. De regering spreekt zich in de SNL uit voor een duurzame, concurrerende en op kwaliteit gerichte landbouw. Juist in de bulkproduktie ziet zij mogelijkheden voor het afstoten van grond ten behoeve van andere sectoren zonder de concurrentiepositie te verzwakken.
Eind '89 heeft het Ontwikkelings- en Saneringsfonds voor de Landbouw een regeling ontworpen en ter goedkeuring voorgelegd aan de Europese Commissie ter stimulering van de bedrijfsbeëindigingen in de akkerbouw. Zij komt neer op een aflopende bijdrage per ha van f.5000 tot f.2000 met een maximum van f.110.000 per bedrijf.
In het NBP stelt de regering voor de agrarische produktie milieuvriendelijker te laten verlopen en de maatregelen ter bevordering van natuur en landschap te intensiveren waar nodig ondersteund door landinrichting.

Rond 1992 zal er een nieuw SLNO moeten verschijnen voor de inrichting van het landelijk gebied. Op dat moment vervallen de nu bestaande groene structuurschema's, waaronder het oneigenlijke structuurschema landinrichting.
Het ontwikkelen van het SLNO is een complexe opgave voor alle betrokkenen, de Ministeries van Landbouw, VROM en Financiën en de belangenbehartigende

organisaties.
In samenhang daarmee dienen de provincies en de gemeenten de bereidheid te hebben hun streekplannen en hun bestemmingsplannen aan te passen door het areaal met agrarische functies te verminderen ten behoeve van niet-agrarische of semi-agrarische bestemmingen.
Vooraf vraagt echter het probleem van de uit de hand gelopen duur van de landinrichtingsprojecten, bijna 10 jaar voorbereiding en ruim 15 jaar uitvoering om een oplossing.
Om de procedure van de ruilverkavelingsprojecten oude stijl sneller af te wikkelen is niet zoveel meer geld nodig dan in de voorbereiding is gepland, maar het moet wel in een veel hoger tempo beschikbaar komen dan thans het geval is.
Voor de landinrichtingsprojecten nieuwe stijl is het niet anders.
Daarom verwacht ik dat uit de aangevraagde nieuwe projecten vooral de herinrichtingen aan bod komen waarbij de belangenbehartiging van de niet-agrarische sectoren voorop staat en de ruilverkavelingen met een administratief karakter, vanwege de korte looptijd en de geringe budgettaire last.
Meer geld is echter niet voldoende om de landinrichting weer in het spoor te krijgen. Bij het opvoeren van het tempo dient ook voldoende personeel beschikbaar te zijn dat in goed overleg met de landinrichtingscommissies naar een efficiënte aanpak streeft.

De geodeet in de landinrichting

De herverkaveling van eigendom en gebruik in landinrichtingsprojecten is niet alleen in Nederland maar ook elders het werk van geodeten. In ons land zijn dat de daartoe aangewezen ingenieurs van het kadaster. Zij staan de landinrichtingscommissie, waaraan zij zijn toegevoegd, terzijde bij alles wat te maken heeft met het plan van toedeling.
Tijdens de voorbereiding komt dat neer op het verrichten van toedelingsonderzoek. De uitkomsten daarvan worden gebruikt om de rechthebbenden te informeren over de in de verkaveling te verwachten verbeteringen. En ten tweede als input voor het HELP onderzoek dat de landinrichtingsdienst verricht. Deze evaluatie heeft tot doel die maatregelen en voorzieningen te selecteren en in het landinrichtingsprogramma op te nemen waarbij het beste rendement in het verschiet ligt.
Gedurende de uitvoering ligt het zwaartepunt op het ontwikkelen van het plan van toedeling naar rato van de inbreng van de onderscheiden rechthebbenden binnen de randvoorwaarden zoals die in het inrichtingsplan zijn geformuleerd. Het ontwerpen speelt zich af in het spanningsveld van de wensen en rechten van de rechthebbenden, de door de landinrichtingscommissie opgestelde richtlijnen voor het plan van toedeling en de wettelijke regels.

De vereiste omvangrijke vastgoedbestanden en het ingewikkelde toedelingsproces met de vele randvoorwaarden die daarbij een rol spelen dwingen de geodeten hun werk zoveel mogelijk te computeriseren.

Gelet op de brede belangenbehartiging waar de landinrichting voor staat, de ruime mogelijkheden om de ontwikkelingen in de geodesie daarin te benutten en de uitdaging om de proceduretijd in te dammen wacht de ingenieurs van het kadaster in de landinrichtingsprocedure een boeiende eigentijdse taak.

THEORETISCHE ASPECTEN VAN DE DRIE-DIMENSIONALE KARTOGRAFIE

Dr. M.J. Kraak

Inleiding

In de kartografie is een toename in het gebruik van drie-dimensionale kaarten waar te nemen. Dit komt door ontwikkelingen in computertechnologie, computer graphics en de computerkartografie. Een van de specifieke ontwikkelingen in de computerkartografie betreft de interesse in (nieuwe) kartografische produkten, zoals de drie-dimensionale kaart. Nieuw staat hier tussen haakjes omdat drie-dimensionale kaarten voorheen ook wel gemaakt werden, maar het gebruik van de computer bij de produktie van deze kaarten biedt een aantal nieuwe opties. De overige ontwikkelingen in de computerkartografie hebben betrekking op de automatisering van het topografische karteringsproces, de produktie en het gebruik van thematisch-kartografische software, de geografische informatie-systemen en de ontwikkeling van kartografische kennissystemen.
In specifieke toepassingen kan het gebruik van drie-dimensionale kaarten zeer effectief zijn in de verduidelijking van ruimtelijke relaties. Zo kan bijvoorbeeld een digitaal terreinmodel een verhelderend inzicht geven in de vormen van het aardoppervlak. Gebruik makend van de mogelijkheid om in een interactieve omgeving de positie van het terreinmodel ten opzichte van de waarnemer te wijzigen, kan de soms moeilijke interpretatie van hoogtelijnen op een topografische kaart voorkomen worden. Bovendien kan de hoogteïnformatie gecombineerd worden met bijvoorbeeld grondgebruiksinformatie. Op een stedelijke schaalniveau kunnen drie-dimensionale kaarten behulpzaam zijn bij het werk van architecten en planners.
Een ander voorbeeld van het gebruik van drie-dimensionale kaarten is de prisma-kaart, het getrapt ruimtelijk model, oorspronkelijk gebruikt voor de classificatie

van statistische gegevens om choropleten te maken. Ze kunnen echter ook onafhankelijk van het classificatieproces gebruikt worden. Ze bieden namelijk dramatische beelden van het gekarteerde verschijnsel en zullen de kaartgebruiker lang bij blijven. Met name voor de weergave van extreme statistische waarden werken dergelijke kaarten uitstekend.
Echter het gebruik van drie-dimensionale kaarten, zoals het digitaal terreinmodel is niet gebaseerd op een specifieke theorie. De twee-dimensionale theorie wordt vaak toegepast zonder rekening te houden met bijvoorbeeld kennis van de drie-dimensionale perceptie. Dit artikel stelt een uitbreiding van de kartografische theorie voor, zodat deze ook geldig is voor drie-dimensionale kaarten. Dit gebeurt door een combinatie van kennis van drie-dimensionale perceptie, kartografische theorie en methoden en technieken van de computerkartografie.
Een korte beschrijving van de theoretische benadering van de kartografie als kader voor dit onderzoek volgt deze inleiding. Hier wordt de kartografische communicatietheorie, de kartografische informatieanalyse en de principes van het (karto)grafische tekensysteem gecombineerd.
Het is het ruimtelijk model, de niet-orthogonale drie-dimensionale representatie van ruimtelijke verschijnselen dat interessant is in dit informatica tijdperk. De computer biedt de kartograaf namelijk de mogelijkheid te experimenteren met een volledige drie-dimensionale dataset. Juist het gebruik als een tijdelijke kaart, de kaart gepresenteerd op een beeldscherm, zal toenemen. De karakteristieken van beeldschermen laten echter geen complexe kaarten toe. Dit vereist bijzondere aandacht voor het ruimtelijk model als 'map-to-see'.
De beschrijving van de kartografische benadering wordt gevolgd door een overzicht van hoe wij mensen zien en de derde dimensie om ons heen ervaren. Van deze kennis kunnen elementen ontleend worden (diepteaanwijzingen) die aan de drie-dimensionale kaart kunnen worden toegevoegd, zodat de waarnemer deze als echt drie-dimensionaal ervaart. Ook zal nader worden ingegaan op de eventuele hulpmiddelen die gebruikt kunnen worden om de drie-dimensionale indruk te versterken.
Het onderzoek concentreerde zich vervolgens op drie hoofdonderwerpen die relevant zijn voor de drie-dimensionale kartografische theorie:

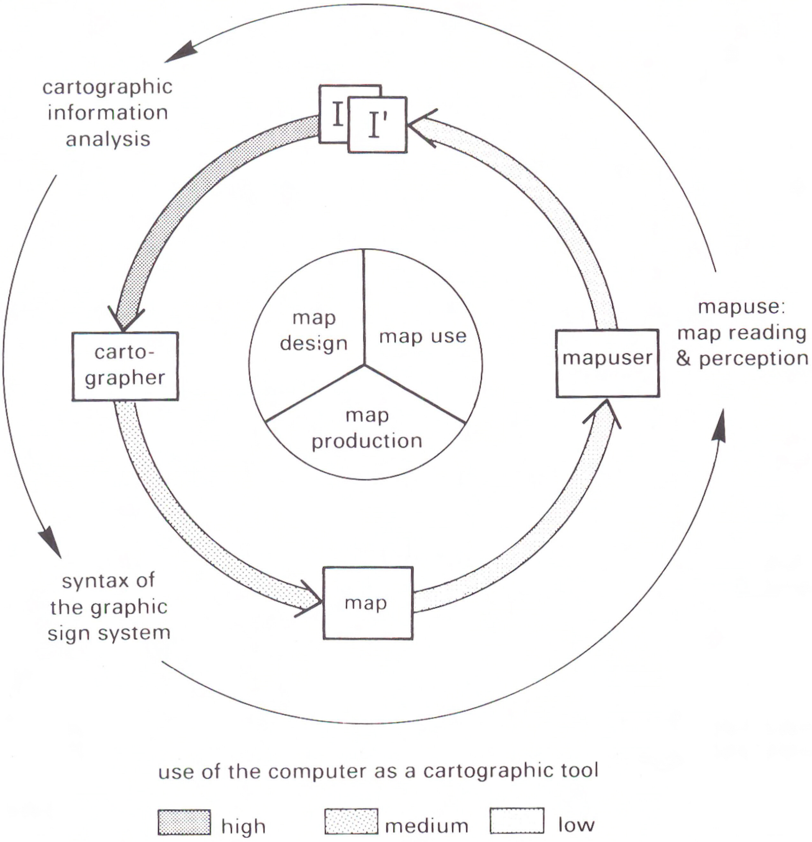
- de relatie tussen de grafische variabelen en de psychologische diepteaanwijzingen;
- de relatie tussen het ruimtelijk model en een map-to-see;
- de invloed van het gebruik van een hulpmiddel als een stereoscoop.

De kartografische benadering

Inleiding

Zoals deels al opgemerkt in de inleiding wordt de drie-dimensionale kartografie

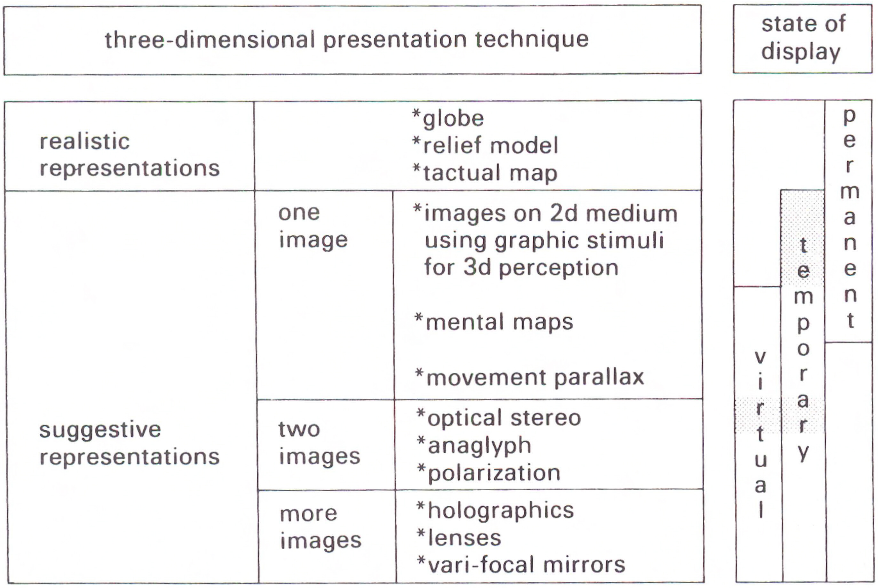
benaderd door een combinatie van kennis van de kartografische theorie, drie-dimensionale perceptie en computer graphics met gebruikmaking van nieuwe technologische ontwikkelingen. In deze benadering wordt de kartografie gezien als een combinatie van kartografische communicatie en het kartografische tekensysteem, met de nadruk op de kartografische informatieanalyse, de syntax van het tekensysteem en drie-dimensionale perceptie.
In figuur 1 wordt deze benadering vereenvoudigd weergegeven. Drie concentrische cirkels zijn te onderscheiden, die elk enkele facetten van de kartografie beschrijven. De binnenste cirkel geeft een overzicht van de belangrijkste kartografische activiteiten: het kaartontwerp, de kaartproduktie en het kaartgebruik. De lokatie van deze drie onderdelen is gerelateerd aan de respectievelijke cirkelsectoren van de middelste cirkel, die een vereenvoudigd model van het kartografische communicatieproces weergeven en het kartografisch tekensysteem.



Figuur 1. Schematische weergave van de kartografische benadering.

In het boek 'The nature of maps' [Robinson & Petchenik, 1976, p.16] wordt de kaart beschreven als 'a graphic representation of the milieu'. Deze ruime definitie representeert alle grafische weergaven van ruimtelijke relaties. Een voordeel van deze 'vage' definitie is dat ze niet beïnvloed wordt door de rol van de computer. Zelfs niet door de introductie door de computer van een nieuwe verschijningsvorm van de kaart: de tijdelijke kaart. Naast deze nieuwe verschijningsvorm van de kaart kent men nog de permanente en de virtuele kaart, respectievelijk de traditionele kaart, meestal op papier en de kaart in de gedachte, zoals onder andere de 'mental map'.
Een belangrijke vraag die vervolgens op komt is: "Bevat deze definitie informatie over de dimensionale aspecten van de ruimtelijke verschijnselen?". Drie-dimensionale kaarten worden niet uitdrukkelijk genoemd, noch worden ze uitgesloten. Een fundamentele vraag luidt nu: "Wat onderscheid drie-dimensionale kaarten van twee-dimensionale kaarten en wat zijn de karakteristieken van de drie-dimensionale kaart?"
Kaarten zijn modellen van de werkelijkheid. Ze verschaffen informatie over ruimtelijke verschijnselen welke in die werkelijkheid voorkomen. Ze worden geproduceerd door een proces van generalisatie en structurering van gegevens uit de werkelijkheid. De meeste ruimtelijke verschijnselen kennen een drie-dimensionale verspreiding, maar tijdens de modellering naar de twee-dimensionale kaart wordt de derde dimensie vaak genegeerd. Vaak gebeurt dit opzettelijk. Voor veel toepassingen is dit geen probleem, daar de kaartgebruiker goed in staat is het model te begrijpen. Wanneer een kaartgebruiker bijvoorbeeld de informatie ontleent aan een stadsplattegrond en voor zichzelf visualiseert is een drie-dimensionaal virtueel beeld van de stad het resultaat. Vaak ook is de reductie van drie naar twee dimensies toegepast om pragmatische redenen. De meeste kaarten worden immers gepresenteerd op een vlak medium. Concluderend kan gesteld worden dat de afwezigheid van informatie omtrent de derde dimensie de kaart als twee-dimensionaal definieert.
Wanneer de kartograaf de derde dimensie wil bewaren wordt het constructie-proces van de kaart moeilijker. Ondanks het feit dat de computer gebruikt kan worden bij dit constructieproces worden de meeste permanente en tijdelijke kaarten nog steeds op een vlak medium gepresenteerd. Extra stimuli worden aan de beelden toegevoegd om de gebruiker ze toch als drie-dimensionaal te doen ervaren. Door sommige worden dergelijke beelden twee-en-een-half dimensionaal genoemd omdat de derde dimensie niet tastbaar is.
Hier wordt een kaart, op zich beschouwd als een grafische afbeelding van het milieu, als drie-dimensionaal gedefinieerd wanneer het stimuli bevat die de kaartgebruiker de kaartinhoud als drie-dimensionaal doet ervaren.
Deze definitie omvat ook de traditionele hoogtezonekaart en de geschaduweerde reliëfkaart.

Om drie-dimensionale kaarten, zoals een digitaal terreinmodel te creëren, zijn verschillende technieken beschikbaar. In figuur 2 zijn deze technieken geclassificeerd. Overigens moet worden opgemerkt dat niet alle genoemde technieken regelmatig in de kartografie gebruikt worden en dat ook combinaties van verschillende technieken mogelijk zijn. Het schema geeft tevens de relatie tussen de presentatietechniek en het voorkomen van de kaart: de permanente, de tijdelijke en de virtuele kaart.
De technieken zijn verdeeld in twee hoofdcategorieën. Die resulteren in een reële drie-dimensionale representatie, dat wil zeggen de derde dimensie is tastbaar, en die resulteren in een suggestieve drie-dimensionale representatie. De globe, het reliëfmodel en de braillekaart vallen in de eerste categorie. De tweede categorie is verder onderverdeeld in subcategorieën, afhankelijk van het aantal beelden nodig voor de representatie van de drie-dimensionale kaart.



Figuur 2. Drie-dimensionale representatietechnieken.

De keuze en bruikbaarheid van één van deze technieken is afhankelijk van de interactie van een drietal factoren:

- menselijke capaciteiten.

  Het kan hierbij zowel om psychologische als fysiologische beperkingen van de

mens gaan. Een klein percentage mensen is bijvoorbeeld niet in staat om diepte te zien in stereoscopische beelden, wat deze techniek voor deze groep minder geschikt maakt;
- het doel van het drie-dimensionale beeld.
  Afhankelijk van de weer te geven informatie en de doelgroep zal een bepaalde mate van realisme in de beelden aangebracht moeten worden. Zo zijn de technieken in figuur 2 niet allemaal even geschikt voor een zeer gedetailleerde weergave;
- technische mogelijkheden.
  De keuze van de techniek kan bepaald worden door pragmatische redenen, zoals de beschikbaarheid van materialen en financiën.

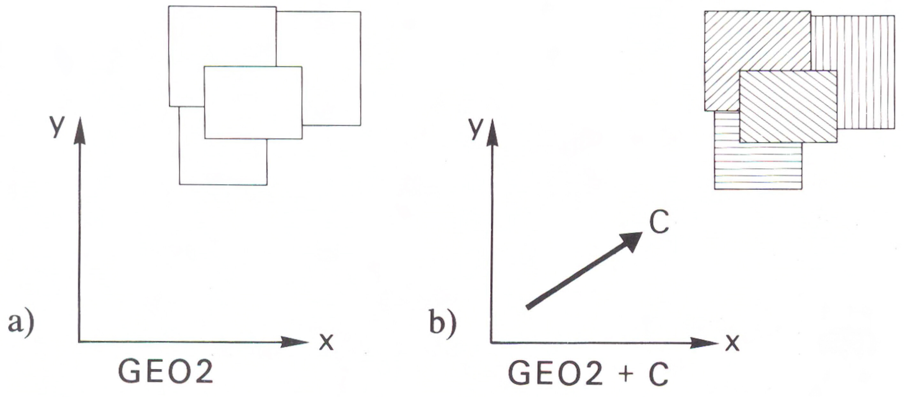
Drie-dimensionale perceptie

Tijdens het ontwerp van kaarten maakt de kartograaf, naast de algemene leesbaarheidsregels, gebruik van de regels van het grafisch tekensysteem. Deze bieden echter alleen uitkomst voor de twee-dimensionale kaart. Wat moet er worden toegevoegd om de gebruiker de kaart als echt drie-dimensionaal te laten ervaren? In de vorige paragraaf is al opgemerkt dat de kaart een model is van de werkelijkheid. Kunnen we aan die werkelijkheid ingrediënten lenen voor de drie-dimensionale kaart?
Daartoe moeten we weten hoe wij mensen de drie-dimensionale werkelijkheid om ons heen ervaren en is het nodig meer te begrijpen van het functioneren van het menselijk waarnemingssysteem. Alle theorieën over 'zien' erkennen het bestaan van diepteïnformatie. Deze diepteïnformatie kan beschouwd worden als een set aanwijzingen die de waarnemer een correcte indruk van diepte geven. Deze diepteaanwijzingen kunnen worden verdeeld in die gerelateerd aan fysiologische karakteristieken van het menselijk waarnemingssysteem, de fysiologische diepte aanwijzingen, en die gerelateerd aan het object en de manier waarop ze in beeld gebracht worden, de psychologische diepteaanwijzingen.
Dit tweede type diepteaanwijzingen, zoals schaduwering, textuur en perspectief, kunnen gebruikt worden in het kaartbeeld zelf om de drie-dimensionale indruk te versterken. De eerste categorie diepteaanwijzingen (accommodatie, binoculaire ongelijkheid, monoculaire bewegingsparallax en convergentie) kan gebruikt worden door toepassing van hulpmiddelen als een stereoscoop. In aanverwante disciplines als de fotogrammetrie is voldoende kennis aanwezig over dergelijke hulpmiddelen om deze direct in de kartografie toe te passen. Een uitgebreid overzicht over de diepteaanwijzingen kan worden gevonden in Okoshi [1976], Gibson [1979], Marr [1982], Hodges et al [1985] en Overbeeke & Stratmann [1988].
In veel drie-dimensionale beelden worden de psychologische diepteaanwijzingen

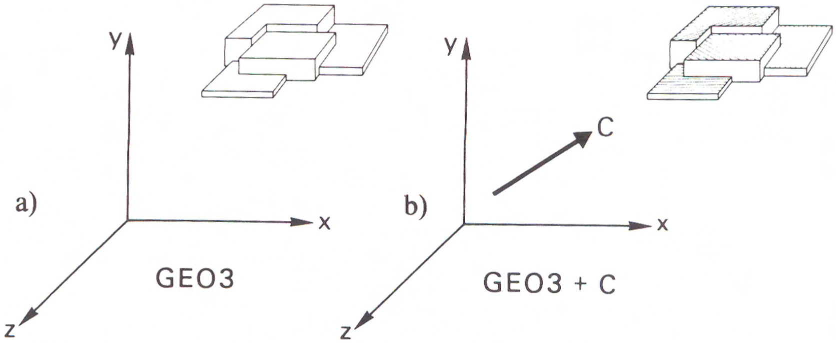
met elkaar gecombineerd. Dit hoeft overigens niet altijd in een beter drie-dimensionaal beeld te resulteren, maar kan ook leiden tot optische illusies. De toepassing van deze diepteaanwijzingen wordt onder andere besproken in handboeken over computer graphics [Newman & Sproull, 1981 en Foley & Van Dam, 1984].
Het is ook mogelijk om de psychologische en fysiologische diepteaanwijzingen met elkaar te combineren. Afhankelijk van het soort combinatie zal er een versterking of verzwakking van het drie-dimensionale beeld optreden.

Drie-dimensionale informatie-analyse en het grafische tekensysteem

De aanpak van een kartografisch informatie-analyse is bij drie-dimensionale kaarten niet afwijkend van die bij twee-dimensionale kaarten (figuur 1). Wanneer het doel van de kaart evenals de gebruikers en de gegevens bekend zijn kan de kartograaf de informatie-analyse uitvoeren. Het is echter interessant om te zien hoe de geografische component (GEO) in een drie-dimensionale kaart verschilt van die in een twee-dimensionale kaart. In een twee-dimensionale kaart wordt de geografische component (verder beschreven als GEO2) gezien als een enkelvoudige component gebruikmakend van de twee dimensies van het platte vlak (figuur 3a). Wanneer er meer componenten gekarteerd moeten worden, worden de grafische variabelen geïntroduceerd (figuur 3b).



Figuur 3. De geografische component in een twee-dimensionale kaart:
a) de geografische component gebruikmakend van het vlak (GEO2 = X+Y);
b) de geografische component en een andere component (GEO2+C).



Figuur 4. De geografische component in een drie-dimensionale kaart: a) de geografische component en het twee-dimensionale vlak (GEO3 = GEO2+Z); b) de geografische component en een andere component (GEO3+C).

Hoe kan de geografische component in een drie-dimensionale kaart (GEO3) worden beschreven? Naast de twee dimensies van het vlak, de x- en y-coördinaat wordt er een z-coördinaat geïntroduceerd (figuur 4a). In GEO3 kan de z-coördinaat gerepresenteerd worden door een statistische waarde (bijvoorbeeld in het geval van de prismakaart), of kan worden afgeleid van de 'tastbare' gegevens uit de realiteit (voorbeeld digitaal terreinmodel). Ook hier betekend het toevoegen van meerdere componenten de introductie van grafische variabelen (figuur 4b).
Wat is de relevantie van deze vragen? Wanneer GEO3 gelijk is aan GEO2 betekent dit dat de informatie-inhoud, in termen van het resultaat van de kartografisch informatieanalyse, van een drie-dimensionale kaart groter is dan van een twee-dimensionale kaart. Om dit te begrijpen moet het begrip map-to-see worden geïntroduceerd, terwijl ook de relatie met de tijdelijke kaart en het ruimtelijk model aangegeven moet worden.
Het concept map-to-see of image werd in 1967 geïntroduceerd door Bertin en omschreven als een duidelijk grafische representatie die men in een kort ogenblik kan bevatten. Een dergelijke efficiënte grafische constructie voorziet de kaartgebruiker in een kort moment van antwoorden op allerlei mogelijke vragen gerelateerd aan de kaart, ongeacht de complexiteit.
Een map-to-see kan worden geconstrueerd door gebruik te maken van een homogeen vlak (GEO2) een één geordende grafische variabele. In het kartografisch communicatieproces is een map-to-see het meest efficiënte middel om informatie over te dragen.
Het belang om kennis te hebben omtrent de karakteristieken van GEO3 en het

functioneren binnen het map-to-see concept wordt duidelijk wanneer men de relatie tussen de drie-dimensionale kaarten en de computerkartografie, en meer in het bijzonder die met de tijdelijke kaart in ogenschouw neemt. Juist het gebruik van maps-to-see als tijdelijke kaart zal in dit informaticatijdperk toenemen (Bertin en Muller in [Taylor, 1985], p.13). De karakteristieken van de meeste beeldschermen laten geen complexe kaarten toe. Dergelijke complexe kaarten worden maps-to-read genoemd.

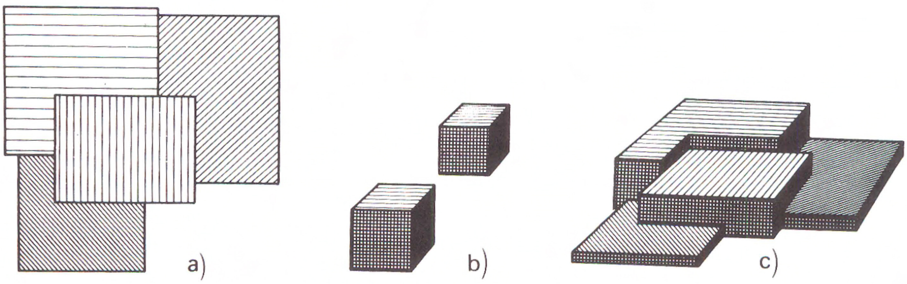
Het grafisch tekensysteem en de derde dimensie

De invloed van het gebruik van de derde dimensie op de kartografische theorie is het grootst daar waar het gaat om de toepassing van de tekens van het grafisch tekensysteem. De meeste concepten in figuur 1 zijn volgens Bertin [1983,p.42] slechts van toepassing op twee-dimensionale afbeeldingen. Dit wil niet zeggen dat deze regels daarom ongeldig zijn, maar er heeft nauwelijks onderzoek plaatsgevonden naar de toepassing van deze concepten op drie-dimensionale afbeeldingen.

GRAPHICAL VARIABLES to display spatial distributions	DEPTH CUES to display the third dimension
Size	Retinal image size
Value	Shading
Texture	Texture
Colour	Colour
Orientation	Line perspective
Shape	Perspective
-----	Area perspective
-----	Detail perspective
Visual hierarchy	Overlapping / Obstruction

Figuur 5. De mogelijke relatie tussen de grafische variabelen en de psychologische diepteaanwijzingen.

Wat is het effect van de aanwezigheid van een vierde grafisch basiselement. Werkend in de drie-dimensionale ruimte wordt er naast de punt-, lijn-, en vlaksymbolen het volumesymbool geïntroduceerd. Een andere belangrijke vraag die nu beantwoord moet worden is of de perceptuele kwaliteiten van de twee-dimensionale grafische variabelen nog steeds van toepassing zijn wanneer men ze gebruikt in een drie-dimensionale kaart. Deze vraag is daarom belangrijk omdat er een sterke relatie bestaat tussen de grafische variabelen en de psychologische diepteaanwijzingen, zoals men in figuur 5 kan zien. Beide worden gebruikt om hun perceptuele kwaliteiten, de grafische variabelen om ruimtelijke relaties weer te geven en de diepteaanwijzingen om de indruk van de derde dimensie te wekken.
Hoe functioneert deze combinatie in een drie-dimensionale kaart? Er vanuit gaande dat een combinatie inderdaad mogelijk is vindt er dan een versterking of een neutralisatie van de informatieoverdracht plaats? Een voorbeeld illustreert dit.
In de kartografie wordt de grafische variabele grijswaarde gebruikt om de gegevens met de waarnemingseigenschap binding en orde weer te geven. De beste toepassing van grijswaarde in de kartografie is de choropleet. In deze kaart wordt de intensiteit van het voorkomen van een verschijnsel weergegeven door verschillen in grijswaarde (figuur 6a).
Variaties in grijswaarde worden ook gebruikt in drie-dimensionale afbeeldingen om een diepte effect te creëren. De terminologie is echter verschillend (figuur 6b). Grijswaarde wordt hier schaduwering genoemd, daar het effect wordt verkregen door het gebruik van een denkbeeldig lichtbron die een object belicht wat resulteert in schaduw en slagschaduw.



Figuur 6. De perceptuele eigenschappen van grijswaarde:
a) als grafische variabele; b) als diepteaanwijzing;
c) gecombineerd gebruik als grafische variabele en als diepteaanwijzing.

Vragen die nu opkomen zijn: "Wat is het effect van een gecombineerd gebruik van de grafische variabele grijswaarde en de diepte aanwijzing schaduwering?"; "Wat is het effect van het gebruik van een hulpmiddel als een stereoscoop op de kaartleesresultaten in een dergelijke kaart?"; "Wordt de kaartlezer afgeleid van de 'choropleet gegevens' door de schaduwering van het ruimtelijke model?'. Figuur 6c laat dit gecombineerde gebruik zien. Zie voor een verdere discussie van deze problematiek Kraak [1988].
Vervolgens zijn diverse ruimtelijke modellen geproduceerd om op vragen als hierboven en die opgesteld voor de andere grafische variabelen antwoord te krijgen. De antwoorden op de vragen moet leiden tot conclusies omtrent het al dan niet in combinatie gebruiken van bepaalde grafische variabelen en psychologische diepteaanwijzingen.
Een computer ondersteunde kaartgebruikerstest is uitgevoerd waarin gebruikers werden geconfronteerd met ruimtelijke modellen om antwoorden te vinden op de veronderstellingen en vragen die gesteld zijn tijdens het bediscussiëren van de drie-dimensionale benadering van de kartografie. Voordat met de test begonnen werd, is er aandacht besteed aan de karakteristieken van de testkaarten, de testomgeving, de testpersonen, de vragen en de testprocedure. De test en bijbehorende resultaten worden uitvoerig toegelicht in Kraak [1988].
Het doel van de test was drievoudig. Ten eerste om te bezien hoe de geografische component functioneert in een ruimtelijk model; ten tweede om te beoordelen hoe de grafische variabelen in een drie-dimensionale kaart gebruikt kunnen worden in combinatie met psychologische diepteaanwijzingen; ten derde om het effect te meten van het gebruik van een stereoscoop bij het bekijken van de ruimtelijke modellen.

Conclusies

Verwijzend naar de geografische component en de testresultaten blijkt dat een ruimtelijk model als map-to-see het best gebruikt kan worden om de verspreiding van relatief eenvoudige ruimtelijke verschijnselen weer te geven. De test wees namelijk uit dat de geografische component in een ruimtelijk model (GEO3) gelijk is aan de geografische component plus één component in een twee-dimensionale kaart (GEO2+C); zie figuur 3 en 4. Hieruit volgt dat Z in GEO3 gelijk is aan C in GEO2+C. Dit leidt tot de conclusie dat wanneer een ruimtelijk model als een map-to-see moet functioneren alleen de geografische component gebruikt moet worden. Complexere drie-dimensionale kaarten, zoals een digitaal terreinmodel in combinatie met bijvoorbeeld grondgebruiksinformatie kunnen natuurlijk gebruikt worden, maar in het kartografisch communicatieproces zullen dergelijke kaarten functioneren als maps-to-read.
De verschillende ruimtelijke modellen in de test bevatten alle grafische

variabelen, met en zonder toepassing van diepteaanwijzingen. Echter, de testresultaten geven geen duidelijk patroon waarop algemene conclusies te baseren zijn. De resultaten voor de individuele grafische variabelen moeten als indicatief beschouwd worden en een uitgebreidere test is momenteel in voorbereiding.
Het doel van een deel van de test was om te zien of ruimtelijke modellen beter begrepen werden wanneer ze werkelijk in drie dimensies waargenomen konden worden (als virtuele kaart). Om deze reden was de helft van de testkaarten in stereo uitgevoerd. Om deze stereobeelden op het beeldscherm te kunnen bekijken was een eenvoudige tafelstereoscoop omgebouwd tot 'voorzetstereoscoop'.
Uit de testresultaten blijkt dat de responsietijd voor de vragen die betrekking hadden op ruimtelijk modellen die in stereo waren uitgevoerd significant korter was dat bij de mono-kaarten. Echter de kwaliteit van de antwoorden was niet significant beter. Het bekijken van een ruimtelijk model in stereo betekent een sneller, maar niet noodzakelijkerwijs een beter begrip van het gekarteerde verschijnsel.

Literatuur

Bertin, J., 1983, Semiology of graphics, (Madison: The University of Wisconcin Press). Original french edition 'Sémiologie graphique' published in 1967 by Mouton in Paris.

Dent, B.D., 1985, Principles of thematic map design, (Reading Mass.: Addison Wesley).

Foley, J.D. & A. Van Dam, 1984, Fundamentals of interactive computer graphics, (Reading: Addison-Wesley).

Gibson, J.J., 1979, The ecological approach to visual perception, (Boston: Houghton Mifflin).

Hodges, L.P., D.F. McAllister & W.E. Robbins, 1985, True three dimensional display technology and techniques for computer generated images, (San Franscico: SIGGRAPH - coursenotes no.13).

Hsu, M.L., 1979, The cartographer's conceptual process and thematic symbolization. American Cartographer, 6,no.2, pp.117-127.

Marr, D., 1982 Vision, (San Franscico: W.H.Freeman).

Kraak, M.J., 1988, Computer-assisted cartographical three-dimensional imaging techniques, (Delft: Delft University Press).

Newman,W.M. & R.F. Sproull, 1981, Principles of interactive computer graphics, (New York: McGrawHill Inc.).

Okoshi, T., 1976, Three-dimensional imaging techniques, (New York: Academic Press).

Overbeeke, C.J. & M.H. Stratmann, 1988, Space through movement, (Delft: Faculty of Industrial Design).

Robinson, A.H. & B.B. Petchenik, 1976, The nature of maps, (Chicago: University of Chicago Press).

Rock, I., 1984, Perception, (New York: W.H. Freeman).

Taylor, D.R.F., 1985, The educational chalenges of a new cartography. In: Education and training in contemporary cartography, edited by D.R.F. Taylor, (Chichester: J. Wiley & Son), pp.3-25.

KADASTERWET EN RECHTSPOLITIEK

Prof.mr. P. de Haan

Voorgeschiedenis

Intreerede

Van meet af aan heeft de totstandkoming van de Kadasterwet die in 1989 het Staatsblad bereikte[1], in het teken gestaan van rechtspolitieke strijd. In die strijd werd ik meteen al betrokken toen ik in 1961 als hoogleraar in Delft aantrad en het jaar daarna mijn intreerede hield onder de titel Kadaster en agrarisch recht[2]. In mijn bezit is nog een brief van collega Baarda, aan wie ik het concept van de rede had toegezonden en die mij onder meer terugschreef: "Ik ben benieuwd naar de reactie van anderen, niet-insiders betreffende de kadasterarena, maar nog veel nieuwsgieriger wacht ik de reactie af van de kadastrale deskundigen, hopelijk kost het je niet je hoofd!" Dat laatste bleek mee te vallen, maar waar Baarda op doelde was de strijd die al decennia lang gaande was, eigenlijk al sinds de totstandkoming van het kadaster, tussen civilisten en landmeters over het rechtskarakter en de rechtsgevolgen ervan[3].

---

[1]Wet van 3 mei 1989, houdende regelen met betrekking tot de openbare registers voor registergoederen, alsmede met betrekking tot het kadaster (Kadasterwet), Stb. 1989. 186.

[2]Kadaster en agrarisch recht, Enkele beschouwingen over het kadastraal-juridische vraagstuk en zijn samenhang met het agrarisch recht, Zwolle 1962, tevens opgenomen in Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde (K en L) 1963, blz. 381 e.v.

[3]Voor een overzicht van deze discussie kan, behalve naar de intreerede, ook verwezen worden naar mijn preadvies voor de Nederlandse Juristen-Vereniging van 1973 over Coördinatie van de administratieve wetgeving inzake onroerend goed, Hand. NJV 1973, deel 1, tweede stuk blz. 16 e.v. en naar Asser-Beekhuis-Mijnssen-De Haan, Zakenrecht, Algemeen Deel, Zwolle 1985, hoofdstuk

Rechtspolitieke strijd

Dat ik hier spreek over een rechtspolitieke strijd en niet maar over enig zakelijk verschil van mening tussen juristen en technici is vanwege het principiële karakter van de discussie. Vooral van de kant van de hypotheekbewaarders, ondersteund door enkele hoogleraren, werd de strijd met een bijzondere felheid gevoerd[4]. Een felheid die ik pas goed ondervond, toen ik in 1968 bij gelegenheid van het 125-jarig bestaan van de Broederschap der Notarissen in Nederland de knuppel in het kadastrale en notariële hoenderhok wierp. En wel door te stellen, dat ons kadaster praktisch nagenoeg volledig als een grondboek fungeert, zij het dan ook zonder de formele goede-trouw-bescherming en bewijskracht, die in buitenlandse positieve stelsels daaraan wordt toegekend[5]. Het verzet nam nog in hevigheid toe, toen op 9 juli 1982 tegelijk met het betreffende gedeelte van de Invoeringswet van de Boeken 3, 5 en 6 van het nieuwe BW een Ontwerp Kadasterwet bij de Tweede Kamer werd ingediend. Niet alleen lag dit ontwerp in de lijn van het Rapport van de Staatscommissie inzake het Kadaster van 1965, maar ook van mijn intreerede drie jaar daarvóór[6].

Kernpunt

Kernpunt van de rechtspolitieke strijd was de vraag of en in hoeverre de overheid als registrerende instantie de rechtsverhoudingen tussen burgers in positieve of zelfs maar negatieve zin mocht beïnvloeden. Op de achtergrond hiervan stond de leer van de staatsonthouding, zoals die onder invloed van het 19e-eeuwse liberalisme vooral in de tweede helft van de vorige en het begin van deze eeuw opgeld deed. Volgens die leer behoort de vaststelling van burgerlijke rechtsverhoudingen een zaak te zijn van de burgers zelf (partij-autonomie) en bij geschil van de burgerlijke rechter. Onverdraaglijk was in die opvatting de gedachte dat de overheid met het oog op fiscale en andere algemene belangen direct in die rechtsverhoudingen zou interveniëren door de zakelijke rechten ofwel bindend vast te stellen bij gelegenheid van de registratie (positief stelsel)

8, Openbare registers en kadaster.

[4] Van de hypotheekbewaarders noem ik vooral D.P.A. Nakken in WPNR 4576 e.v., 4633, 4848 e.v., 4892 e.v., 4991 e.v. en samen met E.A.A. Luyten ook 5145 e.v. en 5208 e.v. en L.F. Berretty in WPNR 4638, 4707, 4842 e.v. en 5053 e.v. en van de hoogleraren E.A.A. Luyten in WPNR 5145 e.v., 5208 e.v., 5598, 5620 en 5870 en H. Schuttevâer in RM Themis 1970, blz. 325 e.v.

[5] Grondeigendom en kadaster, in bundel Onroerend Goed, Opstellen geschreven ter gelegenheid van het 125-jarig bestaan van de Broederschap der Notarissen in Nederland, Deventer 1968, blz. 61 e.v., waartegen H.R. Heerema in WPNR 5056 en H. Schuttevâer in RM Themis 1970, blz. 325 e.v.

[6] Tweede Kamer, zitting 1981-1982, 17496, nrs. 1-2, 4 en 5, waarover in kritische zin Luyten in WPNR 5598 en 5620 en Van Velten in WPNR 5647.

of daaraan althans derdenbescherming en bewijskracht te verlenen (quasi-positief stelsel). Zowel in duitstalige als in bepaalde angelsaksische landen sloeg men in de genoemde periode de laatstgenoemde weg in[7]. In de meer direct door de Franse codificatie beïnvloede rechtsstelsels werd echter het negatieve systeem gehandhaafd: hoogstens negatieve gevolgen verbonden aan de registratie (geen derdenwerking zonder registratie, zoals in Frankrijk of geen geldige overdracht, zoals ten onzent)[8].

Wereldwijd

In feite doet zich als gevolg van de kolonisatie de onderhavige problematiek wereldwijd voor. Vooral in de voormalige Engelse koloniën vindt men soms een streven naar een positief systeem van grondregistratie, dat voor het eerst in een deel van Australië werd ingevoerd door de Engelse gouverneur Robert Torrens en later naar Engeland zelf en andere koloniën overwaaide[9]. Het systeem wordt daar overigens registration of titles genoemd, omdat het gepaard gaat met een registratie van de rechten zelf. Zulks meestal op basis van goede-trouwbescherming ten behoeve van rechtverkrijgenden en dwingende bewijskracht ten behoeve van de rechthebbenden zelf[10]. Daarentegen overheerst in de voormalige Franse, Spaanse en ook Nederlandse koloniën het negatieve stelsel, waarbij enkel akten van rechtshandelingen worden geregistreerd (registration of deeds). In het eerste geval is er dus sprake van een privaatrechtelijk geijkte registratie van de rechtstoestand, in het tweede geval enkel van een registratie van het rechtsverkeer[11].

---

[7]Zie over registratiestelsels in het algemeen S. Rowton Simpson, Land Law and Registration, Cambridge 1978, H.A.L. Dekker, Nationale Grondboekhoudingen, Leiden 1986 en Asser-Beekhuis-Mijnssen-De Haan, Zakenrecht, Algemeen Deel, blz. 288 e.v.

[8]Voor een vergelijking tussen het Duits-Zwitserse positieve stelsel, het Frans-Belgische negatieve stelsel en het Nederlandse negatieve stelsel zie men ook H.J. Rijtma, Het kadaster, diss. Groningen 1966.

[9]Zie over het Torrensstelsel in de vorige eeuw I. Boer Hzn., Verkrijging van onroerende zaken, Beginselen van het negatieve, het Torrens- en het Grondboekstelsel, 1890 en recentelijk Marcelo W. Miranda, Le système Torrens et la transmission et constitution de droits réels immobiliers en Australie, Revue Internationale du Notariat, 1982, blz. 77 e.v.

[10]In de angelsaksische onderscheiding wordt de nadruk gelegd op het verschil in object van de registratie (rechten of akten), terwijl de continentale zich meer richt op het verschil in rechtsgevolg (positief of negatief). Dekker tracht in zijn boek op blz. 56 e.v. beide onderscheidingen uit elkaar te houden. Theoretisch kan dat, in de praktijk lopen ze door elkaar.

[11]Zie over het belang van landregistratie in welke vorm dan ook J.L.G. Henssen, Landregistratie: een noodzaak voor de ontwikkeling van landen, in mijn afscheidsbundel Rechtsvorming in de sociale rechtsstaat, Deventer 1989, blz. 271 e.v.

Invloed kadaster

Complicerende factor in het geheel is echter de invloed van het kadaster, zoals dat met name in de continentale rechtsstelsels gestalte heeft gekregen. Napoleon heeft niet alleen een codificatie tot stand gebracht, doch ook een kadaster. En beide activiteiten hingen ten nauwste met elkaar samen. Werd in het systeem van de Code Civil met een negatieve werking van de registratie volstaan (geen derdenwerking zonder registratie), voor fiscale en andere publieke doeleinden was dit niet toereikend, omdat de overheid daartoe over een registratie van de rechtstoestand zelf moest beschikken. Deze zuiver publiekrechtelijke registratie noemen wij kadaster.

Inschrijving en tenaamstelling

Het kadaster ontleent zijn gegevens aan de openbare registers waarin de rechtshandelingen en andere rechtsfeiten worden ingeschreven en het trekt daaruit conclusies in de zin van tenaamstelling van rechten. Tegenover de inschrijving van rechtsfeiten door of namens partijen staat dus in ons negatieve stelsel de tenaamstelling van de rechten zelf door de registrerende overheid in de figuur van de Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers. En hoewel deze tenaamstelling, anders dan in positieve stelsels met hun officiële grondboeken (Grundbuch of Land Registry), niet met bijzondere rechterlijke waarborgen omgeven was en dus ook als zodanig private rechtskracht moest missen, ging het publiek er in het rechtsverkeer wel feitelijk op vertrouwen. Dat was wat ik bedoelde met mijn omstreden stelling in 1968, dat het kadaster praktisch nagenoeg volledig als een grondboek fungeerde, ook al had het formeel geen positieve rechtswerking.

Kritiek

De kritiek van hypotheekbewaarders en hun hooggeleerde secondanten betrof overigens juist deze feitelijke werking van het kadastrale stelsel. Men wilde dat de overheid (het kadaster) zich van formele tenaamstelling van rechten zou onthouden, althans daarbij de schijn zou vermijden dat daarmee rechtszekerheid ook in privaatrechtelijke zin werd geschapen. Men vreesde dat daardoor naast het privaatrechtelijke ook een publiekrechtelijk eigenaarschap zou ontstaan, dat een geheel eigen leven zou gaan leiden[12]. En in feite was die vrees niet geheel ongegrond, omdat de overheid nu eenmaal bij haar fiscale en ruimtelijke maatregelen alleen rekening houdt met bij het kadaster bekende rechthebbenden. Althans in eerste instantie, want uiteindelijk geeft het privaatrecht wel de doorslag, met name als uit een rechterlijk vonnis blijkt, dat niet de kadastrale doch een andere rechthebbende eigenaar of zakelijk gerechtigde is.

---

[12]Voor een beschrijving van de kritiek zie men, behalve Zakenrecht, Algemeen Deel in de Asser-serie blz. 296 e.v. ook Rijtma in zijn dissertatie en in WPNR 4943, 4962 en 4968.

Debat

Op de vergadering van de Nederlandse Juristen-Vereniging in 1973 heb ik de kritici van het kadastrale stelsel dan ook uitgedaagd openlijk met mij ten overstaan van de juridische wereld hierover te debatteren, doch helaas moest een ambtenaar van het Ministerie van Justitie de kastanjes uit het vuur halen[13]. Wat dat betreft hadden de tegenstanders van landmeter en kandidaat-notaris I. Boer Hzn. op de NJV-vergadering van 1893 meer moed betoond[14]. Hoe dat zij, op zichzelf was een optreden van Duijnstee in het genoemde debat niet zo verwonderlijk, omdat het Ministerie van Justitie toen juist begonnen was met de voorbereiding van het Ontwerp Kadasterwet in nauwe samenhang met die van het nieuwe BW. Beide legislatieve ontwikkelingen zijn in het licht van het voorgaande overigens even verrassend.

Het systeem van het nieuwe BW

Semi-positief stelsel

Nog in hetzelfde jaar 1973 schreef ik in een beschouwing over Registergoederen en openbare registers volgens het Gewijzigd Ontwerp BW in WPNR, dat het systeem van registratie volgens dit ontwerp duidelijk tendeerde naar een semi-positief stelsel[15]. Zulks niettegenstaande de uitspraak van de Tweede Kamer op een vraagpunt van Meijers, dat het negatieve stelsel in ons land gehandhaafd moest blijven[16]. In het Algemeen Deel van Asser-Beekhuis Zakenrecht heb ik deze stelling in 1985 nader onderbouwd en wel met de volgende argumenten[17]:

---

[13]Zie het betoog van dr. J.A.T.J.M. Duijnstee in Handelingen 1973 der Nederlandse Juristen-Vereniging, deel 2, blz. 76 e.v. en mijn antwoord op blz. 92 e.v.

[14]Handelingen NJV 1893, I en II inzake preadviezen van Boer, Feith en Moll over de vraag: Is herziening wenschelijk van het stelsel onzer wet omtrent eigendom van den grond in de richting van het Grondboek of het Torrensstelsel, of in anderen geest? Zie over I. Boer Hzn. het overzicht van ir. E. Muller in K en L 1963, blz. 321 e.v.

[15]WPNR 5202 en 5203.

[16]De conclusie van de Tweede Kamer op het desbetreffende eerste vraagpunt luidde: "Het verdient geen aanbeveling over te gaan op een geheel ander systeem van grondboekhouding. Wel behoren verbeteringen te worden aangebracht uit hoofde van de bescherming van rechten van derden te goeder trouw door in- of overschrijving van bepaalde gegevens, die voor ontstaan en tenietgaan van rechten van belang zijn".

[17]De volledige argumentatie is te vinden op blz. 298-309. Het geciteerde deel betreft enkel de conclusie.

"Vrijwel alle kenmerken van een positief stelsel blijken in het nieuwe BW en de ontwerp-Kadasterwet in meerdere of mindere mate aanwezig, zodat de laatste stap op den duur zou kunnen worden gezet".

Kenmerken

"Als voornaamste kenmerken van een negatief stelsel worden vaak genoemd:
1. het ontbreken van garanties voor de volledigheid, juistheid en geldigheid van de inschrijvingen tegenover rechtverkrijgenden;
2. de lijdelijkheid van de registrerende instanties in verband daarmee;
3. het ontbreken van een complete registratie van de rechten zelf, met de bijbehorende rechterlijke waarborgen;
4. het gemis van financiële waarborgen in de vorm van aansprakelijkheid van de Staat voor het hele registratiesysteem.

In al deze leemten is in het nieuwe systeem voorzien: nagenoeg complete rechtszekerheid zowel voor de rechtverkrijgenden als voor de rechthebbenden; een tamelijk actief optreden zowel van de bewaarder en de landmeter als van de notaris, uiteraard binnen de grenzen van de wet; een kadaster dat een volledig overzicht biedt van de rechtstoestand, onder toezicht van de rechter als beroepsinstantie; een financieel sluitstuk in de vorm van overheidsaansprakelijkheid niet alleen voor fouten van ambtenaren, maar ook voor al te grote risico's van burgers. Van hieruit is het nog maar één stap naar een volledig positief stelsel, namelijk die welke de Raad van State reeds nu had willen zetten, te weten ook de kadastrale registratie rechtstreeks in de goede-trouwbescherming te doen delen. Op den duur is deze mogelijkheid alleszins reëel te achten, zeker wanneer de thans voorgenomen verbeteringen zich voldoende hebben doorgezet."

Minister Korthals Altes

Minister van Justitie Korthals Altes had kennelijk alleen mijn veel kortere weergave van dit betoog in Geodesia[18] gelezen, toen hij op een vraag van het kamerlid Van den Berg[19] bij de mondelinge behandeling van de Kadasterwet antwoordde[20]:

"De heer Van den Berg heeft aandacht gevraagd voor de mening van De Haan dat Boek 3 en de Kadasterwet tot gevolg zouden hebben, dat het Nederlandse stelsel voor registergoederen als semi-positief zou kunnen worden geken-

---

[18]Het kadastrale vastgoedsysteem in het kader van het Nieuw Burgerlijk Wetboek en de Kadasterwet, Geodesie NGT 1988, blz. 98 e.v.

[19]Handelingen Tweede Kamer 1987-1988, UCV 65-7 e.v. (8 juni 1988).

[20]Idem, UCV 66-9 (9 juni 1988).

schetst. Evenmin als de heer Van den Berg vind ik deze zienswijze tot verduidelijking bijdragen. Ook in een nieuwe regeling blijft het negatieve stelsel het uitgangspunt: zonder inschrijving geen overdracht, alleen inschrijving is voor de overdracht nog niet voldoende. Wat De Haan in feite bedoelt, is dat het nieuwe recht in feite een flinke toeneming laat zien van het aantal gevallen waarin weliswaar ondanks inschrijving geen geldige overdracht tot stand komt, maar de verkrijger toch wordt beschermd op grond van enigerlei vorm van goede trouw. Maar de behoefte aan een dergelijke bescherming laat zich nu juist alleen verklaren als men het negatieve stelsel tot uitgangspunt neemt".

Repliek

Hoewel Korthals Altes geen minister van Justitie meer is en dus niet meer in die hoedanigheid kan antwoorden, wil ik hem hier toch van repliek dienen. In de eerste plaats bestaat er bij mijn weten nergens ter wereld een systeem waarbij alleen inschrijving van de overdracht voldoende zou zijn. Zelfs in abstracte stelsels van levering, zoals het Duits-Zwitserse, waarin geen geldige titel is vereist, blijft toch het vereiste van de beschikkingsbevoegdheid van de vervreemder gelden en kan ook, zij het soms met zekere beperkingen, tegenbewijs tegen de geldigheid van de inschrijving worden geleverd. Ook in het meest positieve stelsel ter wereld, het Torrensstelsel waarin, anders dan in het quasi-positieve stelsel van de Duits sprekende landen, in principe een onweerlegbaar vermoeden van geldigheid, volledigheid en juistheid van de inschrijving óók ten gunste van de aangeschrevene zelf geldt, heeft men uitzonderingen op dat principe moeten toestaan. Als zodanig worden genoemd fraude, eerdere inschrijvingen, niet ingeschreven erfdienstbaarheden, onjuiste omschrijvingen van het onroerend goed, verjaring, rechten van nog niet ingeschreven verkrijgers enzovoort[21]. Kortom, hier zit het verschil met het stelsel van het nieuwe BW niet in. Waarin dan wèl?

Verschil met positief stelsel

Het nieuwe BW verbindt, anders dan het oude, wel degelijk positieve rechtsgevolgen aan de inschrijvingen, zowel in de zin van een nagenoeg volledige goede-trouwbescherming van derden-verkrijgers[22] als in die van aansprakelijkheid van de Staat niet alleen voor fouten van zijn ambtenaren, doch ook voor een verlies van rechten door rechthebbenden als gevolg van deze derdenbescherming[23]. Het verschil met een zogenaamd positief of quasi-positief stelsel is echter, dat deze

---

[21]Zie over deze uitzonderingen uitvoerig het in noot 9 aangehaalde artikel van Miranda, blz. 114 e.v.

[22]Asser-Beekhuis-Mijnssen-De Haan, nrs. 409 e.v. en 444 e.v.

[23]Idem, nr. 453.

gevolgen niet aan een registratie van de rechten zelf (in een grondboek), doch aan een publikatie van de rechtsfeiten (in daartoe bestemde openbare registers) worden verbonden. Dit betekent dat derden-verkrijgers, om te goeder trouw te zijn, niet met raadpleging van de kadastrale registratie en kaarten (kadastrale recherche) kunnen volstaan, doch daarnaast ook titelonderzoek in de zin van raadpleging van de openbare registers danwel van de aankomsttitel moeten plegen. Vandaar dat ik spreek over een semi-positief stelsel, hoewel de aanduiding semi-negatief (negatief stelsel met positieve kenmerken) even goed op haar plaats zou zijn. In ieder geval is in het nieuwe BW van een tussenstelsel sprake, dat waarschijnlijk tamelijk uniek is in de wereld. Men zou het mondiaal gezien ook een positief stelsel op basis van aktenregistratie kunnen noemen, terwijl tot nu toe zulke stelsels alleen bestonden op grondslag van een rechtenregistratie.

Het systeem van de Kadasterwet

Administratief rechtskadaster

Minstens zo bijzonder is het systeem van registratie van de rechtstoestand, dat in de Kadasterwet is uitgewerkt. In mijn rede van 1961 had ik gepleit voor een zogenaamd administratief rechtskadaster, dat wil zeggen een kadaster dat wat zijn inrichting, bijhouding en vernieuwing betreft steunt op een administratieve wet welke daaraan ook publiekrechtelijke procedures en waarborgen verbindt. Welnu, zo'n wet is er - niettegenstaande het krachtige verzet van eerder genoemde civilisten - uiteindelijk gekomen. Zelfs is daarbij het gevaar afgewend, dat nog even bij de Memorie van Antwoord van het nieuwe BW[24] om de hoek kwam kijken, van twee afzonderlijke wetten voor respectievelijk openbare registers en kadaster[25]. Dit zou voor de aansluiting tussen het privaatrechtelijke en het publiekrechtelijke systeem funest zijn geweest. De openbare registers zijn nu eenmaal ook door de overheid gehouden registers, welke volgens het NBW (art. 3.1.1.10 en 3.1.2.1) bestemd zijn voor de inschrijving van feiten die voor de rechtstoestand van registergoederen van belang zijn. En juist die feiten vormen de basis voor de bijhouding van het kadaster als registratie van de rechtstoestand zelf.

---

[24]Zie MvA blz. 17 bij het Gewijzigd Ontwerp van afd. 3.1.2, waarover in kritische zin mijn beschouwing in WPNR 5203.

[25]Op zulk een splitsing was door de kritici van het kadastrale stelsel aangedrongen. Het voorstel van de Kamercommissie om de citeertitel "Kadasterwet" in verband met de samenvoeging van beide onderwerpen te wijzigen in "Wet Kador" werd door de Regering niet aanvaard; Nota n.a.v. het Eindverslag bij art. 116.

Publiekrechtelijke waarborgen

Vele civilisten moeten nog wennen aan de gedachte dat ook de registratie van de privaatrechtelijke rechtstoestand het uiteindelijk van publiekrechtelijke waarborgen moet hebben om werkelijk de rechtszekerheid te kunnen dienen. Vooreerst betreffen die waarborgen de vereisten welke in hoofdstuk 2 van de Kadasterwet over de openbare registers voor registergoederen aan de vorm van die registers en aan vorm en inhoud van de in te schrijven stukken worden gesteld. Minstens zo belangrijk zijn echter de in de volgende hoofdstukken opgenomen waarborgen rond de inrichting, de bijhouding en de vernieuwing van het kadaster. Wat de inrichting betreft beperkt de wet zich in hoofdstuk 3 tot vorm en inhoud van de kadastrale registratie en kaarten met daaraan ten grondslag liggende bescheiden (veldwerken), terwijl in art. 52 nog iets over de instandhouding van het R.D. net wordt gezegd. Bijhouding en vernieuwing vinden onder de verzamelnaam bijwerking van de kadastrale registratie en kaarten hun regeling in hoofdstuk 4. Voor beide geldt een procedure met een vorm van administratieve rechtspraak door de gewone rechter.

Administratieve rechtspraak

Juist hierin ligt het bijzondere van de hele regeling, waardoor het administratiefrechtelijk karakter van het kadaster wordt geaccentueerd. De Rijksdienst van het Kadaster en de Openbare Registers is een overheidsinstelling die volgens art. 3 van de Kadasterwet mede in het belang van de rechtszekerheid onder meer tot taak heeft het houden van de openbare registers voor registergoederen en het houden en bijwerken van de kadastrale registratie en kaarten. Met name de laatstgenoemde werkzaamheden geschieden ambtshalve en geschillen die daaruit voortvloeien met de burgers zijn administratieve rechtsgeschillen. Het is de overheid die de rechtstoestand registreert door middel van de tenaamstelling van rechten met daarop rustende beperkingen. Evenals de inschrijving is de tenaamstelling een overheidsbeschikking[26] met administratieve rechtskracht ten aanzien van recht- en belanghebbenden. In feite zijn alle krachtens de wet genomen beslissingen van bewaarders, provinciale directeuren en andere daartoe aangewezen ambtenaren van de Rijksdienst in het kader van de bijhouding en vernieuwing van het kadaster eenzijdige publiekrechtelijke rechtshandelingen. Tegen deze beschikkingen opent de Kadasterwet in art. 60 een bezwarenprocedure bij de betrokken ambtenaar en in art. 61 en 62 een beroepsprocedure achtereenvolgens bij rechtbank en Hoge Raad.

---

[26] Bij mijn weten komt dit voor het eerst helder naar voren in de Nota naar aanleiding van het Eindverslag op blz. 7 e.v. waar het gaat over de uitbesteding van werkzaamheden die niet met rechtshandelingen gepaard gaan.

Bezwaar en beroep

Ofschoon deze laatste procedure op het eerste gezicht toch weer aan burgerlijke rechtspraak doet denken, temeer nu de verzoekschriftprocedure van de art. 429d-429r van het Wetboek van Burgerlijke Rechtsvordering daarop van toepassing is verklaard, betreft het toch in wezen administratieve rechtspraak door de gewone rechter. Volgens art. 112 lid 2 van de Grondwet 1983 kan de wet de berechting van geschillen die niet uit burgerlijke rechtsbetrekkingen zijn ontstaan, opdragen hetzij aan de rechterlijke macht, hetzij aan gerechten die niet tot de rechterlijke macht behoren. De kadastraal-administratieve rechtspraak behoort, evenals als de onteigenings- en de herverkavelingsrechtspraak, tot de eerstgenoemde categorie[27]. Hoewel het hier primair over de registratie van burgerlijke rechten gaat, spelen de onderhavige geschillen zich niet tussen burgers onderling af. Integendeel, het gaat om een geschil tussen een ambtenaar van de Rijksdienst van het Kadaster en de Openbare Registers enerzijds en bepaalde belanghebbenden anderzijds. Belanghebbenden die het met zijn beslissing inzake de bijhouding of vernieuwing van kadastrale gegevens omtrent rechten, rechthebbenden, kadastrale aanduiding of grootte van de onroerende zaak niet eens zijn. De ambtenaar neemt op het bezwaarschrift ingevolge art. 60 een beslissing in de zin van afwijzing of toewijzing van het bezwaar. Tegen die beslissing kunnen belanghebbenden in beroep komen bij de arrondissementsrechtbank (art. 61). Volgens art. 62 beschikt de rechtbank omtrent de wijze waarop de bijhouding of de vernieuwing (art. 76 lid 6) zal plaatsvinden na oproeping van de verzoeker, de ambtenaar en de belanghebbenden. Ook de Hoge Raad neemt op het cassatieberoep een beschikking.

Rechtsgevolgen

De vraag is natuurlijk wat precies de rechtsgevolgen zijn van ambtelijke en rechterlijke beschikkingen inzake bijhouding en vernieuwing. In dat opzicht is er tussen die twee een belangrijk verschil. De bijhouding van de kadastrale registratie en kaarten geschiedt permanent op grond van stukken ingeschreven in de openbare registers en verder nog op grond van inlichtingen en waarnemingen omtrent de woonplaats en het overlijden van personen, de ligging van op te meten rechtsgrenzen, alsmede de feitelijke gesteldheid van onroerende zaken (zie de betreffende paragrafen in hoofdstuk 4). Op zichzelf voegen de bijhoudingsresultaten niets toe aan de privaatrechtelijke gevolgen van de rechtsfeiten waar zij op betrekking hebben. Hoogstens worden die nader gepreciseerd, zoals op grond van een grensaanwijzing door partijen (art. 57), al dan niet leidende tot

---

[27] Over administratieve rechtspraak door de gewone rechter in het algemeen De Haan-Drupsteen-Fernhout, Bestuursrecht in de sociale rechtsstaat, deel 2, blz. 215 e.v. en Ten Berge en Tak, Nederlands Administratief Procesrecht, deel 1, Zwolle 1983, blz. 38 e.v. Zie voor de herverkaveling speciaal Onroerend-Goedrecht, deel c. Landinrichting, blz. 49 e.v. en voor de kadastrale bijhouding en vernieuwing Asser Zakenrecht, nrs. 479 en 484.

inschrijving van een stuk tot verbetering (rectificatie) van de akte ingevolge art. 59. Maar het zijn de voorafgaande inschrijvingen die als regel de private rechtsgevolgen bepalen en niet de bijhoudingsresultaten. Wel hebben deze publiekrechtelijke gevolgen in de zin van belastingplichtigheid, stemrecht bij ruilverkavelingen en waterschappen en in het algemeen erkenning van overheidswege als rechthebbende bij alle overheidsmaatregelen inzake onroerend goed[28]. Bovendien zal de kadastraal-administratieve rechtspraak de feitelijke betekenis van de kadastrale gegevens ook in privaatrechtelijk opzicht versterken, bijvoorbeeld doordat de burgers en ook de rechter meer op de juistheid ervan gaan vertrouwen.

Vernieuwing

Het meest omstreden was vanouds en ook bij de parlementaire behandeling van de wet echter de vernieuwing van de kadastrale registratie en kaarten, zoals deze ingevolge de artt. 74 e.v. gebieds- of perceelsgewijs kan plaatsvinden. In de eerste plaats, omdat deze vernieuwing ambtshalve door de Rijksdienst wordt ondernomen op grond van een onderzoek naar de juistheid en volledigheid van de kadastrale gegevens. Het is hier dus niet het normale rechtsverkeer tussen de burgers dat via inschrijvingen van rechtshandelingen en andere rechtsfeiten aanleiding geeft tot bijwerking van de kadastrale registratie en kaarten, doch een ambtshalve onderzoek van de rechtstoestand via het inwinnen van inlichtingen, zo nodig met grensaanwijzing ter plaatse, het raadplegen van bescheiden en het doen van de nodige waarnemingen. Blijken de aldus verkregen gegevens niet overeen te stemmen met die uit de bestaande kadastrale registratie en kaarten met daaraan ten grondslag liggende gegevens, vermeld in ingeschreven stukken of verkregen uit eerdere inlichtingen en waarnemingen, dan worden door de ambtenaar voorstellen tot vernieuwing gemaakt. Voorzover tegen deze voorstellen geen bezwaren zijn ingediend danwel daarop onherroepelijk is beslist door de ambtenaar, de rechtbank of de Hoge Raad, wordt door een daartoe aangewezen notaris een akte van vernieuwing opgemaakt. Nadat deze akte is ingeschreven in de openbare registers worden de kadastrale registratie en kaarten op de voet daarvan vernieuwd. Met bekwame spoed, zo voegt art. 78 lid 1 daaraan veelbetekenend toe.

Kritiek

Behalve op het ambtshalve karakter richtte de kritiek uit notariële en professorale kringen zich vooral op de wijze waarop en de gevolgen waarmee de

---

[28] Het feit dat het kadaster in steeds meer administratieve wetten als aanknopingspunt voor de kenbaarheid van rechthebbenden op en de rechtstoestand van het onroerend goed wordt aangemerkt, deed volgens het kamerlid Van den Berg (UCV 65-8) en minister Korthals Altes (UCV 66-9) niet af aan het negatieve stelsel als uitgangspunt.

kadastrale vernieuwing haar beslag kreeg. De bezwaren van de Koninklijke Notariële Broederschap[29] betroffen vooral het feit dat in het wetsontwerp aanvankelijk was voorgesteld de vernieuwingsresultaten neer te leggen in een proces-verbaal van de Rijksdienst zelf en dat vervolgens te doen overschrijven in de openbare registers. Nadat van verschillende kanten, ook dezerzijds, was aangedrongen op vervanging van dit proces-verbaal door een notariële akte[30] en de regering hieraan gevolg gaf, was ook voor de Tweede Kamer[31] de kou uit de lucht. De beide hoogleraren die zich van begin af aan als voornaamste tegenstanders van het wetsontwerp hadden doen gelden, Luyten en Schuttevâer, bleven zich echter tot het uiterste verzetten. De laatste wendde zich vóór de mondelinge behandeling nog met een adres tot de Kamer[32], waarin gesproken werd in termen van een "juridisch valse waardering" voor het kadaster en een "ewige Krankheit" die zich in onze wetgeving zou gaan openbaren. Hij verstoutte zich zelfs denigrerend te spreken over "twee hoogleraren wier juridische kennis niet was gevoed door de zo noodzakelijk ervaring op dit specifieke terrein", enkel omdat zij deel hadden uitgemaakt van de door hem gewraakte Staatscommissie inzake het Kadaster. Die hoogleraren waren overigens coryfeeën op het gebied van het zakenrecht, namelijk S.N. van Opstall uit Utrecht en H.J. Beekhuis, mijn leermeester uit Groningen[33].

Misverstand

De Tweede Kamer was zo verstandig het adres van Schuttevâer naast zich neer te leggen. Reeds in haar voorlopig verslag had de betreffende commissie gemotiveerd betoogd de indruk te hebben, dat de bezwaren van de Broederschap voornamelijk waren ingegeven door de onjuiste veronderstelling dat de vernieuwing een onmiddellijke verandering in de rechtstoestand van het

---

[29]Zie het adres van de Broederschap, opgesteld door de Commissie Kadasterwet en opgenomen in WPNR 5661.

[30]Zie eerdergenoemde voordracht in Geodesia NGT 1988-3, blz. 101 en verder Van Velten in WPNR 5647, blz. 214 en Kwartaalbericht nieuw BW 1984, blz. 55, alsmede de CDA-fractie in het Eindverslag, blz. 4 en 5. De wijziging werd aangebracht bij de zevende Nota van Wijzigingen, Tweede Kamer 1987-1988, 17496, nr. 32, waarover Nota n.a.v. het Eindverslag (nr. 31) bij art. 75-79.

[31]In het Eindverslag had de commissie al ingestemd met de weerlegging van de overige bezwaren tegen de vernieuwing in MvA (nr. 23) bij art. 75-79.

[32]Adres van dr. H. Schuttevâer, oud-hoogleraar burgerlijk en notarieel recht RU Utrecht d.d. 2 januari 1988.

[33]Van Opstall was een oud-collega van Schuttevâer en Beekhuis promotor van Rijtma.

betreffende registergoed teweeg brengt[34]. Het enige wat het huidige art. 78 lid 2 tot uitdrukking brengt, is dat een rechthebbende volgens de akte van vernieuwing vanaf de inschrijving voor de toepassing van de verjaring geldt als bezitter te goeder trouw. Blijkens het derde lid gaan verder beperkte rechten die niet in de akte zijn opgenomen, tien jaar na de inschrijving teniet. Alles onder voorbehoud dat de verjaring niet door gerechtelijke acties van niet ingeschreven rechthebbenden wordt gestuit. De vernieuwing heeft dus via de verjaring een titelzuiverende werking op termijn en niet een onmiddellijke rechtsvernieuwende werking zoals de onteigening en de toedeling bij herverkaveling, hoewel daar wèl voor was gepleit[35].

Rechtspolitiek perspectief

Nieuwe taken

Met de parlementaire behandeling van de Kadasterwet is de rechtspolitieke ontwikkeling rond het kadaster bepaald niet ten einde. Dat bleek overduidelijk uit de belangrijkste onderwerpen die in het Eindverslag van de Tweede Kamer, de Nota naar aanleiding van dit Eindverslag en ook bij de mondelinge behandeling aan de orde kwamen. Met name betrof het hier mogelijke nieuwe taken van het Rijkskadaster, mede in relatie tot het gemeentekadaster. In mijn voordracht voor het 14e NGL Congres in 1987 had ik een drietal onderwerpen genoemd, ten aanzien waarvan een taakverdeling tussen gemeenten en Kadaster nodig zou zijn, namelijk waardebepaling van onroerend goed, registratie van de publiekrechtelijke rechtstoestand en gebruiksregistratie[36]. Ten aanzien van alle drie nam minister Nijpels bij de mondelinge behandeling een tamelijk positief standpunt in[37]. Toch wilde hij van een wettelijke regeling van het gemeentekadaster, die ik in verband daarmee bepleit had, niet weten.

Gemeentekadaster

De behandeling in de Kamer had op dit onderdeel een opmerkelijk verloop. Aan de ene kant wees zij met de minister een ook door de VNG voorgestane regeling van het gemeentekadaster in de Kadasterwet af, met als voornaamste argument dat het op de weg van de gemeenten zelf lag dit als onderdeel van de

---

[34]In de MvA blz. 51 e.v. werd die veronderstelling uitvoerig weerlegd.

[35]O.a. door de Studiecommissie voor de reorganisatie van de kadastrale dienst, ingesteld door het bestuur van de Vereniging voor Kadaster en Landmeetkunde, K en L 1947, blz. 147 e.v.

[36]Geodesia NGT 1988, blz. 98 e.v.

[37]UCV 66-6 (9 juni 1988).

gemeentelijke vastgoedinformatie te regelen. Aan de andere kant echter aanvaardde zij een amendement-Van de Camp, uiteindelijk leidende tot de artikelen 104 en 105, die toch wel een stevige grondslag leggen voor de opbouw van een gemeentekadaster. Vooral het laatstgenoemde artikel betreffende een permanente aansluiting van gemeenten op de geautomatiseerde kadastrale registratie en de verlening van de bevoegdheid aan deze gemeenten daaruit gegevens aan derden te verschaffen biedt wat dit betreft perspectief. Dat deze gegevensverstrekking niet kan bestaan uit het afgeven van gewaarmerkte afschriften acht ik voor de gemeenten van minder belang[38].

Waardebepaling

De strijd over de vraag welke instantie met de uniforme waardebepaling van onroerend goed ten behoeve van de belastingheffing zal worden belast, is nog niet definitief beslist. Zelf had ik voorgesteld dit door Kadaster en gemeenten tezamen te laten doen en daarbij voor de vaststelling van de fiscale waarden de kadastrale bijhoudingsprocedure wat betreft bezwaar en beroep te volgen. In de Nota naar aanleiding van het Eindverslag werd dienaangaande een afwachtende houding aangenomen[39], terwijl minister Nijpels zich bij de mondelinge behandeling nog eens uitdrukkelijk bereid verklaarde zijn diensten via de kadastrale registratie aan te bieden bij de uitvoering van een toekomstige Wet waardebepaling onroerend goed[40]. Inmiddels probeert de Rijksbelastingdienst in ieder geval de taxatie zoveel mogelijk naar zich toe te halen. Wie echter ook daarmee uiteindelijk wordt belast, in ieder geval is een centrale registratie van waardegegevens via het Rijkskadaster van groot belang, mede met het oog op de toelevering aan gemeenten en waterschappen.

Registratie publiekrechtelijke rechtstoestand

Het Instituut voor Bouwrecht is thans, in samenwerking met de vakgroep Toegepaste en Planologische Geodesie uit Delft, bezig aan een vervolgonderzoek op het eerder aan de voorlopige Raad voor Vastgoedinformatie (RAVI) uitgebrachte inventarisatierapport over Kenbaarheid van de publiekrechtelijke

---

[38] Aanvankelijk sprak Van de Camp (CDA) in zijn amendement nr. 38 inderdaad over "gewaarmerkte" gegevens, doch nadat minister Nijpels hiertegen bezwaar had gemaakt (UVC 66-4), verving hij dit door een gewijzigd amendement nr. 41 waarin deze kwalificatie kwam te vervallen. Zie over het gemeentekadaster laatstelijk R.B.M. ten Kroode, Het gemeentekadaster en de automatisering van de kadastrale registratie, VNG Den Haag 1989.

[39] Tweede Kamer 1987-1988, 17496, nr. 31, blz. 4.

[40] UCV 66-6, eerste kolom. In het kabinetsstandpunt over de Wet WOG van 7 juli 1989, Tweede Kamer 1988-1989, 20800, nr. 63 wordt aan het Kadaster overigens alleen voor de woningsector een registratietaak teogedacht.

rechtstoestand[41]. Het ziet er naar uit, dat in deze vervolgstudie enerzijds aangegeven zal worden welke publiekrechtelijke beperkingen met betrekking tot onroerend goed voor registratie in aanmerking komen, en anderzijds, hoe daarbij de taakverdeling tussen Rijkskadaster en gemeenten zou moeten of kunnen zijn. Vermoedelijk zal daarbij als richtsnoer gelden, dat de registratie primair zoveel mogelijk aan de bron zal moeten geschieden, dat wil zeggen daar waar de beperkingen bij plan of beschikking worden opgelegd. In de meeste gevallen is dit de gemeente, waarbij men slechts hoeft te denken aan bestemmingsplannen, bouw- en aanlegvergunningen, aanschrijvingen tot verbetering enzovoort. Hoewel de Kadasterwet ruimte laat voor inschrijving van overheidsbeschikkingen en dergelijke in de openbare registers (art. 45), kan in veel gevallen worden volstaan met een verwijzing in de kadastrale registratie naar andere informatiebronnen, zoals een bestemmingsplan of bepaalde gemeentelijke registers.

Gebruiksregistratie

Voor een kadastrale pachtregistratie heb ik al vanaf mijn intreerede gepleit. Eindelijk is deze zaak nu in de versnelling gekomen, doordat het Ontwerp Waterschapswet voorziet in de mogelijkheid van stemrecht en omslagplicht voor pachters. Hiertoe is een pachtersregistratie noodzakelijk, hetzij door het Rijkskadaster, hetzij door de waterschappen zelf. Volgens de minister ter aangehaalder plaatse staat het Kadaster te trappelen om zijn diensten in dezen aan te bieden. In ieder geval is na inleidend onderzoek door Van der Sluijs en Van de Ruit[42] thans een studie gaande aan de hand van een drietal proefprojecten met als registrerende instanties respectievelijk het Kadaster, de Stichting KAFI en een waterschap. In het verlengde van een pachtersregistratie zou dan een volledige gebruikersregistratie voor het landelijk gebied tot stand kunnen komen. Hierbij ware mede gebruik te maken van de cultuurtechnische inventarisatie van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen[43]. De minister noemde dit een lovenswaardige gedachte die in de toekomst, bij de verdere ontwikkeling in de vastgoedinformatie, zeker nadere beschouwingen zal verdienen.

---

[41] De kenbaarheid van de publiekrechtelijke rechtstoestand, Rapport nr. 13 van de voorlopige Raad voor Vastgoedinformatie, Apeldoorn 1988. Zie over de internationale aspecten ir. M.H. Koert, Rechtsvergelijkende studie naar de kenbaarheid van de publiekrechtelijke rechtstoestand van onroerend goed in Engeland, Frankrijk, België en West-Duitsland, Delft/Den Haag 1988.

[42] Ir. L. van der Sluijs, Deelonderzoek I, Pachtersregistratie, Verslag in het kader van het Nadoctorale onderzoeksproject bij het Onderzoeksinstituut voor Technische Bestuurskunde, Apeldoorn januari 1989 en Arjan de Ruit, De afstemming tussen het Kadaster en de waterschappen op het terrein van de vastgoedinformatie, scriptie Geodesie Delft 1989.

[43] Zie over de relatie tussen eigendoms- en gebruiksgegevens de scriptie van B.P.H.M. de Vos, Eigendomsgegevens voor de cultuurtechnische inventarisatie, Geodesie Delft 1989.

Uitbesteding

Uitvoerig is bij de parlementaire behandeling van de Kadasterwet tenslotte nog stilgestaan bij de uitbesteding van landmeetkundige en kartografische werkzaamheden aan particuliere bureaus in het kader van de privatisering[44]. Uit de Nota naar aanleiding van het Eindverslag blijkt dat in verband met de rechtszekerheid niet voor uitbesteding in aanmerking komen werkzaamheden met een juridisch karakter, zoals:

- de aanwijzing en opmeting van rechtsgrenzen;
- de uitzetting en aanwijzing van grenzen in het terrein;
- grensonderzoek bij aanwas, vernieuwing en verkaveling;
- aanwijzing van kavelgrenzen bij landinrichting.

Wel voor uitbesteding vatbaar zijn het opmeten van topografie, werkzaamheden voor de grootschalige basiskaart en zelfs het uitzetten en inmeten van nieuwe kavels bij landinrichting.

Epiloog

Juridische geodesie

Het is het recht en in het bijzonder de rechtspolitiek die het kadaster beheerst, in al zijn reilen en zeilen. Niemand zal op de gedachte komen dit gegeven, voorzover voor een wetenschappelijke benadering vatbaar, aan te duiden als juridische geodesie. Toch is dat wat zich heeft voorgedaan sinds mijn vertrek uit Delft. Eerst werd de werkeenheid Recht met die van Planologische Geodesie samengevoegd tot wat toen Juridische en Planologische Geodesie ging heten. Na het rechtspolitieke verscheiden van mijn opvolger veranderde de volgorde onmiddellijk tot Planologische en Juridische Geodesie. Het recht delft het onderspit in Delft. Voorlopig houd ik het nog maar op het geodetische recht, waarvan de ontwikkeling in het vorige Snellius-boek werd beschreven[45]. Dit is overigens het vijfde lustrum voor mij als mede-auteur van een dergelijk boek. Kortom, een lustrum in het kwadraat.

---

[44] Nota n.a.v. het Eindverslag, blz. 7 e.v.

[45] Ontwikkelingen in de geodetisch-juridische wetgeving, in: Voortdurend in beweging, Lustrumboek Snellius 1985, blz. 135 e.v.

FUNCTIONALITEIT VAN GEOGRAFISCHE INFORMATIESYSTEMEN

Drs. A.A. van der Veen

Inleiding

Het CCGM (Centre for Computer Graphics and Mapping) heeft zich de laatste jaren op het gebied van geografische informatie systemen (GIS) ontwikkeld tot één van de belangrijkste centra in Nederland. Dit wordt mede onderstreept door haar deelname in NexpRI (Nederlands Expertisecentrum voor Ruimtelijke Informatieverwerking). NexpRI is een samenwerkingsverband tussen een vijftal nederlandse wetenschappelijke/universitaire instituten, dat een vooraanstaande rol wil spelen in onderzoek en onderwijs op het gebied van GIS. Binnen dit verband levert het CCGM vooral haar bijdrage op het gebied van de vastgoedinformatie en kartografie.

Dat voor het vakgebied der Geodesie een rol is weggelegd binnen het GIS-gebeuren lijkt overduidelijk. Geodeten zijn net zoals bijvoorbeeld geografen, kartografen, bodemkundigen en planologen, gebruikers van lokatie-gebonden of ruimtelijke gegevens. Geografische informatie systemen bieden ieder van deze gebruikers de mogelijkheid vanuit een eigen gezichtsveld ruimtelijke problemen te benaderen. Geodeten gebruiken geografische informatie systemen voor grootschalige en vooral beheersmatige toepassingen. Dit brengt met zich mee dat zij in aanraking komen met slechts een specifiek deel van de totale functionaliteit, die GIS heden ten dage kan bieden. Daarom lijkt het in deze bespreking zinvol eens een beeld te schetsen van de mogelijkheden van GIS in het algemeen.

Allereerst zal enige aandacht besteed worden aan het begrip GIS. Het gaat hierbij om de recente historie, definities en de in de literatuur voorkomende terminologie. Vervolgens wordt iets gezegd over de functionaliteit van GIS. Daarbij wordt aangegeven welke functies vooral voor geodeten interessant zijn. Uiteindelijk zal aan de hand van een voorbeeld worden geïllustreerd uit welke stappen een aantal specifieke GIS-functies bestaan. In de voorbeelden is gebruik gemaakt van één van de meest gebruikte softwarepakketten te weten ARC/INFO. Dit pakket is aanwezig op het CCGM, alwaar het gebruikt wordt voor onderzoeks- en onderwijsdoeleinden.

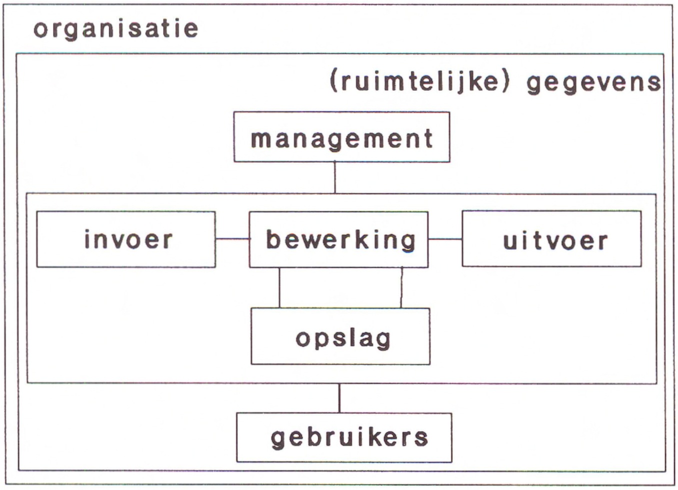
Geografische informatie systemen

De ontwikkeling van GIS is voortgekomen uit diverse disciplines, die ieder de computer gingen gebruiken voor eigen specifieke toepassingen op het gebied van ruimtelijke informatieverwerking. Eerst was het doel voornamelijk het inventariseren. De ruimtelijke gegevens werden waargenomen, geclassificeerd en opgeslagen. In de daarop volgende fase kwam de nadruk te liggen op de ruimtelijke analyse van deze gegevens vanuit de vakdiscipline waarvoor de gegevens verzameld waren. Zo lag de nadruk bij kadastrale toepassingen meer op CAD-achtige systemen, terwijl systemen ten behoeve van bijvoorbeeld de bosbouw zich veel meer ontwikkelden in de richting van ruimtelijke analyse (bijvoorbeeld om de mate van erosie te berekenen). Op dit moment zien we dat de technische en conceptuele ontwikkelingen vanuit de afzonderlijke disciplines naar elkaar zijn toegegroeid. Dit heeft met zich meegebracht dat men steeds meer de behoefte heeft aan een totaalbenadering, waarbij het begrip GIS zich over vakdisciplinaire grenzen uitstrekt.

De zojuist genoemde trend van parallelle ontwikkelingen op GIS-gebied heeft tot gevolg gehad dat de betekenissen die in de literatuur aan de term GIS worden toegekend nog steeds sterk uiteenlopen. Echter ongeacht de toepassing blijkt dat de nadruk steeds wordt gelegd op analyse van ruimtelijke gegevens. Het begrip geografisch of ruimtelijk informatie systeem (verder aangeduid als GIS) kan beschouwd worden als de algemene term voor alle systemen die ruimtelijke informatie verwerken. Als we dit nader specificeren komen we bij de definitie van Burrough [1988]; "een GIS is een set gereedschappen voor het verzamelen, opslaan, opvragen, transformeren en weergeven van ruimtelijke gegevens uit de reële wereld".

In feite dient een GIS als een beslissingsondersteunend gereedschap/instrument. Het kenmerkende daarbij is de mogelijkheid de ruimtelijke gegevens zo

te manipuleren of te combineren dat er een toegevoegde waarde aan is te ontlenen. Dit aannemende, is het GIS meer dan alleen de hardware en software (= het GIS-pakket oftewel een set gereedschap). Onder de term GIS vallen dan ook de ruimtelijke gegevens en de mensen die dit alles zinvol kunnen beheren en gebruiken.



Figuur 1. Algemene structuur van een geografisch informatie-systeem (bron: M.J. Kraak, Computerkartografie: Methoden en Technieken -in voorbereiding).

In figuur 1 is de bovenstaande invalshoek geïllustreerd. In het dubbel-omlijnde kader in het centrum van figuur 1 vindt men de traditionele componenten van een informatiesysteem (de hard- en software). Daar omheen maken de buitenkaders het Geografisch Informatie Systeem in de ruime zin compleet. Juist de buitenkaders bepalen de verschijningsvorm of zelfs de benaming van een GIS. Hiermee wordt ook de term LIS (Land Information System) of VIS (Vastgoed Informatie Systeem) verklaard. Een VIS is meer dan alleen een GIS-pakket. Het is ook (en met name) de registratie en het management van kadastrale/ vastgoed informatie binnen een gespecialiseerde organisatie.

GIS-functionaliteit

De huidige GIS-pakketten verschillen nogal qua functionaliteit. Er is dan ook een groot scala van mogelijke functionele eigenschappen die een GIS kan ondersteunen. Hiervan is een overzicht gegeven in een artikel van Rhind en Green [1988, p175], waarbij een indeling is gemaakt in zes categorieën. Deze

indeling, die hieronder in verkorte vorm wordt gegeven, is in principe een goede houvast om GIS-pakketten te beoordelen en vergelijken.

1. gegevensinvoer en gegevenscodering
- gegevensverzamelen (bv. handmatig of geautomatiseerd digitaliseren);
- gegevensvalidatie en bewerking (bv. kwaliteitscontole en de detectie van digitaliseerfouten);
- gegevensopslag en structurering (bv. aanbrengen van topologie);

2. gegevensmanipulatie
- gegevenstructuur conversie (bv. vector-naar-raster conversie);
- geometrische conversies (bv. 'rubber-sheet' transformaties, schaling, verandering van kaartprojecties);
- generalisatie en classificatie (bv. coördinaat vermindering, aggregatie van attribuutgegevens);
- verbetering (bv. lijn fractalisatie, image enhancement);

3. gegevensopvragen
- selectieve opvraging van informatie op basis van ruimtelijke of thematische criteria;

4. gegevensanalyse
- ruimtelijke analyses (bv. polygon-overlay, ruimtelijke zoekoperaties);
- statistische analyses (bv. frequentie analyse, multivariate analyse);
- metingen (bv. lijnlengte, oppervlakte en volume berekeningen afstand- en hoekmetingen);

5. gegevenspresentatie
- grafische weergave van kaarten, grafieken ed. op beeldschermen of plotters;
- rapporten (bv. listings van de database inhoud of van resultaten van vraagstellingen);

6. gegevensmanagement
- geïntegreerd gegevensbank beheer.

Bij geodetische toepassingen van een GIS-pakket ligt de nadruk vooral op de categorieën één, twee, drie en zes. Voor wat betreft categorie vier, de gegevensanalyse, is verder alleen het doen van metingen van belang. De andere functies onder de categorie gegevensanalyse, namelijk het doen van ruimtelijke en statistische analyses, lijkt vooralsnog niet veel aandacht te krijgen in de geodetische wereld, en dat terwijl juist deze functies door velen beschouwd

worden als de meest kenmerkende eigenschappen van GIS. Het gaat bij ruimtelijke analyses vooral om manipulaties die het antwoord moeten geven op vragen die te maken hebben met de relatieve ligging van geografische elementen, bijvoorbeeld: welk gebied wordt overstroomd bij een zeespiegelstijging van 10 meter of welke woningen ondervinden de meeste geluidsoverlast van een snelweg?

ARC/INFO

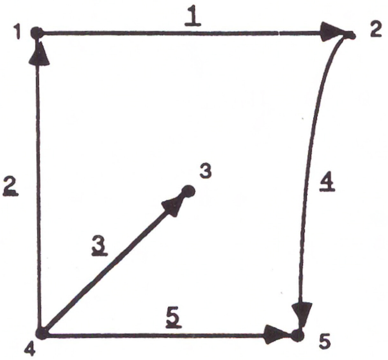
Eén van de meest complete GIS-pakketten op dit moment is ARC/INFO. Qua functionaliteit ondersteunt het nagenoeg alle functies van de bovenstaande (overigens lang niet uitputtende) indeling van functies. ARC/INFO is een relatief oud GIS-pakket en geldt in Nederland als één van de marktleiders op dit gebied. Een PC-versie van het pakket is aanwezig op het CCGM. Hieronder volgt een korte karakteristiek van ARC/INFO. Daarbij komen een paar fundamentele begrippen aan de orde. Vervolgens wordt aan de hand van een voorbeeld getoond hoe ruimtelijke analyses met ARC/INFO uitgevoerd kunnen worden.

ARC/INFO is een typisch GIS-pakket mede doordat het enkele specifieke typen van ruimtelijke analyses ondersteunt, zoals kaart-overlay, buffertechnieken, kortste routeberekening en nabijheidsanalyse. Juist deze functionaliteit bepaalt ook de gegevenstructuur van het pakket.

ARC/INFO kent als basis een topologische vector-gegevensstructuur, waarbij het begrip coverage een belangrijke rol speelt. Een coverage is de digitale kaart(laag). Deze kan een groep homogene kaartelementen bevatten, zoals bijvoorbeeld een wegennet. Een coverage bestaat uit lokatie-gebonden en niet-lokatie-gebonden informatie van geografische elementen. Deze geografische elementen, in ARC/INFO 'features' genoemd, zijn de punten (label points), lijnen (arcs) en vlakken (polygons) waaruit de kaart is opgebouwd. De lokatie-gebonden informatie bestaat uit coördinaten en verwijzers ten behoeve van de topologie. Zo kan een Arc (line-string) beschreven worden door een serie coördinaat-paren en verwijzers naar Arcs en Nodes (knooppunten) die zich aan beide uiteinden van de Arc bevinden. Een polygoon wordt op zijn beurt weer gedefinieerd door de arcs die het betreffende oppervlak omsluiten. In figuur 2 wordt een voorbeeld gegeven van deze ARC/INFO-topologie.

De lokatie-gebonden attribuut informatie is opgeslagen in zogenaamde 'feature attribute tables'. De belangrijkste 'tables' zijn de PAT (polygon attribute table) en de AAT (arc attribute table). Bij de aanmaak van een

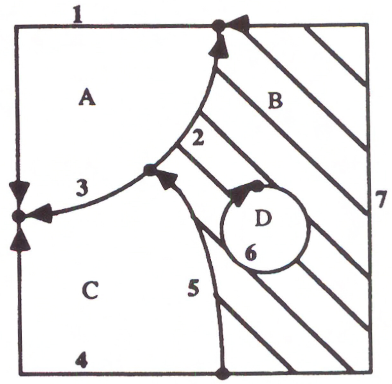
Coverage bevatten dezen geen niet-lokatie-gebonden informatie. Die kan de gebruiker later zelf toevoegen. Ook is het mogelijk niet-lokatie-gebonden informatie op te slaan in zelf te definiëren tabellen. Zo kan van een Arc die een straatsegment representeert de naam, het adresbereik en het aantal auto's dat er passeert in aparte attribute tables opgeslagen worden.



ARC #	FNODE #	TNODE #
1	1	2
2	4	1
3	4	3
4	2	5
5	4	5

● 1 Node number 1

4 → Arc #4 digitized in the direction of the arrow



Polygon	No. of Arcs	List of Arcs
A	3	-1, -2, 3
B	4	2, -7, 5, 0, -6
C	3	-3, -5, 4
D	1	6

● Node

A Polygon A

7 Arc number 7

Arc digitized in the direction of the arrow

Figuur 2. PC ARC/INFO topologie:a) Lijntopologie; b) vlaktopologie; (bron: PC ARC/INFO Starter Kit guide pp. 3-9 en 3-7).

PC ARC/INFO is modulair opgebouwd. Hieronder volgt een korte beschrijving van de inhoud van elke module.

PC ARC/INFO Starter Kit

Dit vormt de kern van het systeem en alle overige modulen functioneren slechts wanneer deze module ook aanwezig is. Het bevat alle functies betref-

fende gegevensinvoer, het genereren van topologie en het beheer van grafische gegevens. Interessante mogelijkheden worden geboden door de macrotaal (SML), waarmee het mogelijk is een serie basiscommando's tot één procedure te verwerken.

PC Overlay
Dit is de module waarin de belangrijkste ruimtelijke analyse technieken uitgevoerd kunnen worden. Zo is daar de overlay-operatie. Tijdens een dergelijke operatie worden twee of meer bestanden geometrisch met elkaar gesneden, waarbij ook correlatie tussen de database-data plaatsvindt. Tevens is het in deze module mogelijk buffers rond punten, lijnen en vlakken te genereren.

PC Data conversion
Het belang van deze module is de mogelijkheid om zowel vector als raster gegevens uit te wisselen tussen PC ARC/INFO en andere pakketten die ruimtelijke gegevens kunnen verwerken.

PC Arcplot
Met Arcplot kan men kartografische uitvoer verzorgen voor beeldschermen, plotters en printers. Het pakket kent faciliteiten om op een interactieve wijze kaarten op een beeldscherm te creëren of te bekijken. Deze beeldschermkaarten kunnen tevens dienen als raam waardoor men naar de achterliggende database kan kijken via interactieve grafische vraagstellingen.

PC Arcedit
PC Arcedit is de grafische en database editor van PC ARC/INFO. De module biedt de mogelijkheid om zowel de lokatie- als niet-lokatie-gebonden gegevens te corrigeren en te manipuleren.

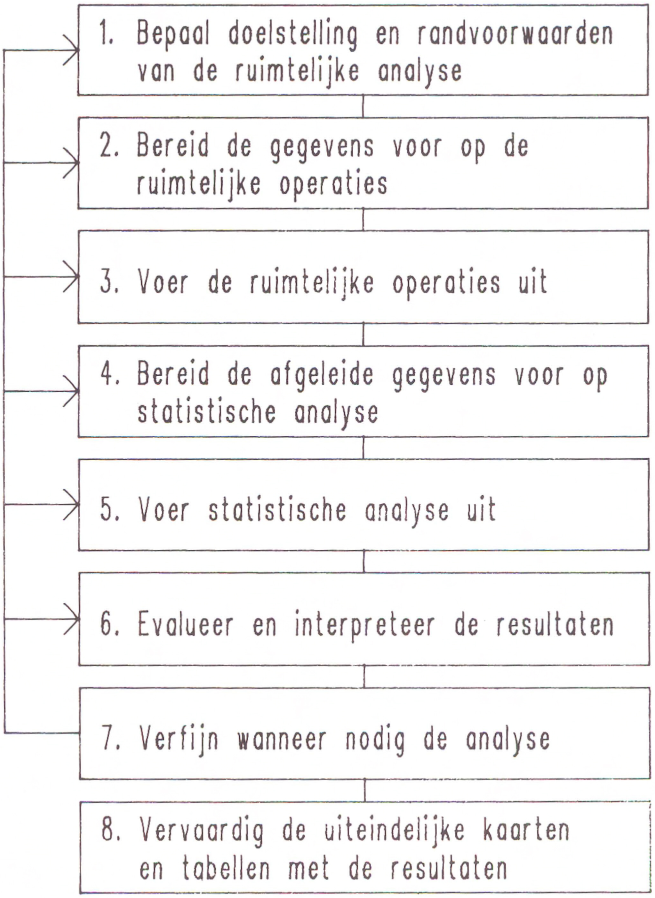
PC Network
Deze module bevat functies waarmee een lijnennetwerk (bijvoorbeeld een wegennet) gegenereerd kan worden. Met dit netwerk kunnen analyses uitgevoerd worden als optimale route bepaling tussen twee punten, geo-coding en allocatie.

PC INFO
INFO is het relationeel database management systeem dat PC ARC/INFO gebruikt voor de opslag, onderhoud, manipulatie en uitvoer in de vorm van rapporten van voornamelijk niet-lokatie-gebonden informatie. Overigens bevat de Starter Kit module in de vorm van TABLES een vereenvoudigde vorm van INFO. Ook INFO bevat een macrotaal waarmee programma's te genereren

zijn. Met behulp van deze programma's kunnen series van commando's in één keer worden uitgevoerd.

Voorbeeld van een ruimtelijke analyse

Om te ervaren hoe een ruimtelijke analyse in de praktijk werkt, is hieronder een probleem geschetst, dat met behulp van de beschikbare technieken opgelost kan worden.



Figuur 3. De aanpak van een ruimtelijke analyse (bron: pagina 3-2 van de PC Overlay handleiding).

De bestuurders van de Engelse provincie Cumbria staan voor een probleem. Zij moeten langs een belangrijke weg in het noorden van de county, de A66,

de meest geschikte plaats van een 'voorzieningen-plaats' aangeven. Wel geldt hierbij een aantal randvoorwaarden. De voorzieningen-plaats moet op het traject tussen Workington en Brough komen te liggen, echter wel op een afstand van minimaal tien kilometer buiten deze plaatsen. De natuur mag ook niet te veel aangetast worden. Zo mag de voorziening niet binnen het Lake District National Park vallen en dient ze tenminste 500 meter verwijderd te zijn van een mogelijke rivier. Situering in een bosgebied is eveneens uitgesloten.
Bij het oplossen van een dergelijk probleem blijkt de kwaliteit van de theorie gedeelten van de bij het pakket geleverde documentatie. Zo wordt in de handleiding bij PC Overlay aangegeven hoe een ruimtelijke analyse uit te voeren. Figuur 3 geeft dit proces in acht stappen weer en dient als leidraad voor het oplossen van bovengenoemd probleem. Figuur 4 geeft in een diagram met behulp van kaartjes de afzonderlijke stappen van de ruimtelijke analyse weer.

Stap 1
In de eerste instantie vinden de bestuurders van Cumbria dat de analyse moet resulteren in een overzicht van de geschikte lokaties voor de voorziening, gegeven de genoemde randvoorwaarden.

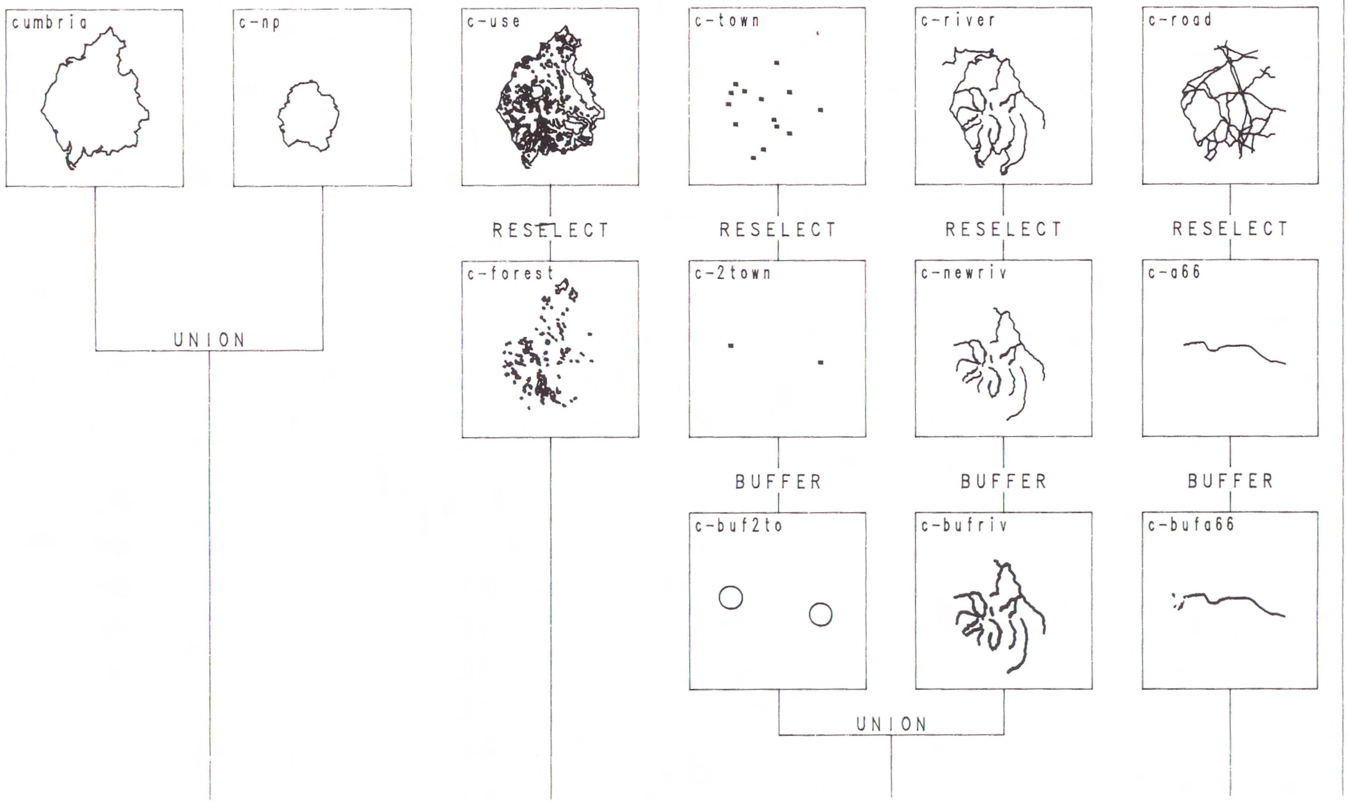
Stap 2
Voor de analyse zijn zes coverages benodigd, die elk een homogene groep kaartelementen bevatten. Ze zijn weergegeven in de bovenste laag van figuur 4. De zes coverages representeren respectievelijk de provinciegrens, het Lake District National Park, het grondgebruik, de steden, de rivieren en het wegennet. Alle coverages zijn gedigitaliseerd en daarna topologisch in orde gemaakt met de krachtige ARC/INFO-commando's: CLEAN en BUILD.

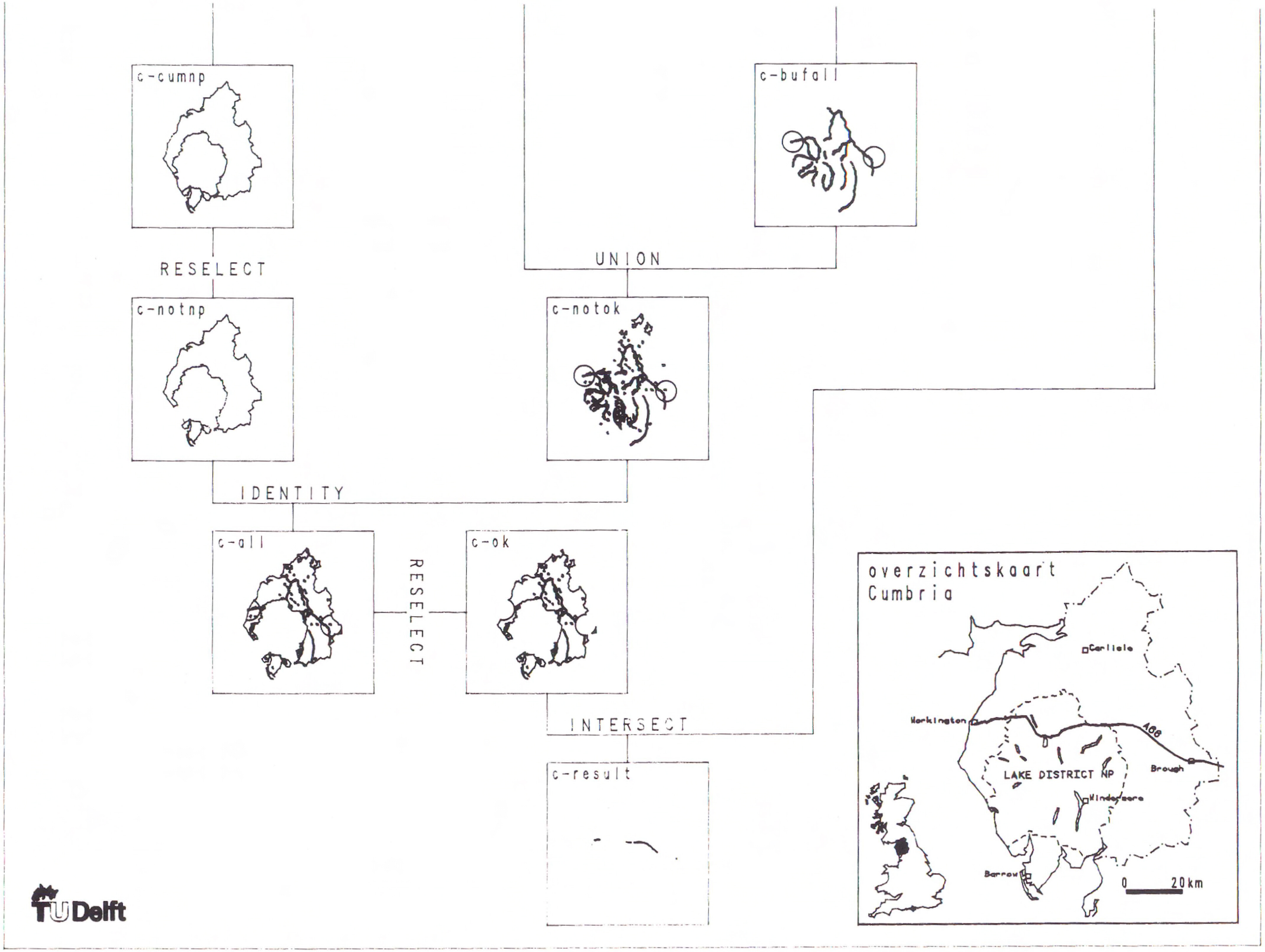
Automatisch zijn daarbij ook de feature attribute tables aangemaakt, die op dat moment alleen nog maar locatiegebonden informatie bevatten. Vervolgens is 'eigen' niet-locatiegebonden informatie toegevoegd, hetzij middels nieuwe kolommen in de bestaande feature attribute tables, hetzij middels zelf te definiëren tabellen (Look-up tables), die relationeel gekoppeld kunnen worden aan de feature attribute tables.
In dit voorbeeld wordt aan de feature attribute table van coverage C_ROAD de kolom WEGNR toegevoegd. Elke Arc van deze coverage krijgt nu het bijbehorende wegnummer.

Een belangrijke opmerking hierbij is, dat veel van de later uit te voeren ruimtelijke operaties (Stap 3) feitelijk altijd gebaseerd zijn op selecties uit de feature attribute tables. Het is dan ook zaak dat, voordat overgegaan wordt tot

County Cumbria, een ruimtelijke analyse

Probleem: langs de A66 in county Cumbria moet de meest geschikte locatie voor een voorzieningen-plaats gevonden worden. De randvoorwaarden zijn: Op het traject Workington-Brough; Op een afstand > 10km buiten deze plaatsen; Buiten het Lake District National Park; > 500m verwijderd van een rivier; Buiten bosgebied.





Figuur 4. Een stroomdiagram van een ruimtelijke analyse.
(bron: M.J. Kraak & A.A.van der Veen, PC ARC/INFO, GIS-software).

die ruimtelijke operaties, alle attributen, waarop men denkt te gaan selecteren, ook daadwerkelijk aanwezig zijn in een feature attribute table. Dit kan betekenen dat via een relationele join, eerst een attribuut uit een look-up table 'overgeheveld' moet worden naar een feature attribute table.

Stap 3
Het geheel van operaties dat leidt tot oplossing van het geschetste probleem is weergegeven in het stroomschema van figuur 4. Uitsluitend worden hierbij commando's van de PC OVERLAY-module gebruikt. Globaal bestaat de analyse uit drie onderdelen.

Eerst vinden, wanneer dat nodig is, selecties plaats op de oorspronkelijke coverages. In figuur 4 zijn dezen te zien tussen de eerste en tweede laag. De kaartelementen, die voor het verdere verloop van de analyse relevant zijn, worden uit de basis-coverages gelicht. Zo worden uit C_ROAD, C_TOWN, C_USE, C_RIVER respectievelijk de A66, de plaatsen Workington en Brough, bosgebied en alle rivieren minus de kustlijn van Cumbria geselecteerd.

Tijdens de tweede fase worden de echte bewerkingen uitgevoerd. De oorspronkelijke kaartelementen veranderen nu werkelijk van vorm of er vindt snijding met een andere coverages plaats. In figuur 4 geven de commando's BUFFER, UNION, IDENTITY en INTERSECT deze bewerkingen aan. De drie laatstgenoemde commando's vertegenwoordigen de echte overlay-analyse. Ze verschillen in output. Bij UNION worden alle attributen van beide overlay-coverages behouden in het resultaat, terwijl bij IDENTIFY en INTERSECT het resultaat een deelverzameling van alle attributen is.

In overeenstemming met de randvoorwaarden wordt door het genereren van buffers rond de twee eerdergenoemde plaatsen (10 km) en alle rivieren (500 m), vastgesteld waar de grenzen liggen tussen wel en niet geschikt gebied. De twee verkregen coverages (C_BUF2TO en C_BUFRIV) worden vervolgens met elkaar gecombineerd tot een coverage C_BUFALL. Via een reeks van dit soort snijdingen van deze coverage en andere, wordt de coverage C_ALL verkregen. Deze bevat enerzijds gedeeltelijk overlappende gebieden waarbinnen de voorziening niet gewenst is en anderzijds gebieden waarbinnen de voorziening wel gesitueerd kan worden.

In de derde fase van de ruimtelijke analyse vindt een laatste selectie plaats op het uiteindelijke resultaat van de overlays, coverage C_ALL. Alle gebieden, waarbinnen situering van de voorziening is toegestaan, staan nu in een aparte coverage C_OK.

Stap 4 + 5
Een verdere statistische analyse blijkt niet nodig te zijn om het probleem verder op te lossen. De gebieden waarbinnen de voorziening gesitueerd kan worden, zijn in de vorige stap al geïdentificeerd.

Stap 6
Voor de bestuurders van Cumbria is inmiddels wel duidelijk geworden waar de voorziening ten opzichte van haar omgeving gerealiseerd zou kunnen worden. Er blijkt heel veel plaats te zijn in Cumbria voor iets dergelijks. De vraag is echter: Hoe moet de voorziening gelegen zijn ten opzichte van de A66, want een voorziening is aardig, maar dan moet deze niet mijlen ver van de weg af liggen. De bestuurders zullen derhalve de analyse moeten verfijnen.

Stap 7
In de tweede instantie wordt dus bepaald dat de voorzieningenplaats binnen een reikwijdte van 300 meter van de A66 moet liggen, maar zich over beide zijden van de weg mag uitstrekken.

Voor een verdere verfijning van de analyse terug naar stap 3 in het schema uit figuur 3.

Stap 3
Uit de wegen-coverage C_ROAD wordt de A66 geselecteerd en daarna voorzien van een buffer van 300 meter (zie de meest rechtse kolom in figuur 4). Uit de lijncoverage ontstaat zo een polygooncoverage C_BUFA66. Deze wordt weer gesneden met de reeds eerder verkregen coverage C_OK. Uit het resultaat (C_RESULT) blijkt dat het 'beschikbare' gebied sterk in omvang is afgenomen. Slechts een klein deel van de toch al smalle zone van 300 meter langs de A66 blijft over voor de voorziening.

Stap 4 + 5 + 6 + 7
Tot de gebieden die geschikt lijken te zijn voor de voorzieningen-plaats behoren ook 'snipper-gebieden' met een te verwaarlozen oppervlakte. In INFO kunnen de gebieden in de feature attribute table van de coverage C_RESULT op grootte van oppervlakte gesorteerd worden. Na deze statistische bewerking kunnen de bestuurders snel beoordelen in welke gebieden daadwerkelijk ook plaats is voor een voorziening. De analyse is hiermee nog verder verfijnd.

Stap 8
Van de resultaten kan met behulp van de PC ARCPLOT-module een kaart gemaakt worden die het keuzebeleid van de Cumbrische bestuurders moet

gaan ondersteunen. Het kaartbeeld kan opgebouwd worden uit meerdere coverages en voorzien worden van tekst, symboliek en legenda.

Conclusies

De ontwikkelingen in de GIS-software verlopen momenteel stormachtig. Er komen nog steeds nieuwe GIS-pakketten op de markt en de functionaliteit van de bestaande CAD-systemen wordt uitgebreid met ruimtelijke analyses, zoals hierboven beschreven.

De software mag dan steeds geavanceerder worden, echter het gevaar bestaat dat andere aspecten van GIS (zie figuur 1) nog achterblijven bij deze ontwikkelingen. Bijvoorbeeld: de invoer van geometrische data is nog maar net op gang gekomen en behoeft standaardisatie. Verder is bij veel organisaties, die een GIS-pakket aangeschaft hebben, niet precies duidelijk waarvoor het pakket gebruikt gaat worden. Een gedegen informatie-analyse is daar dus op zijn plaats. Een ander onderbelicht thema omtrent GIS is de nauwkeurigheid (denk aan foutenanalyse) van de uitkomsten van ruimtelijke analyses. Op alle bovenstaande aspecten van GIS kan de geodeet in de toekomst inspelen.

Literatuur

Burrough, P.A., Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Oxford: Oxford University Press, 1986.

Dangermond, J., A classification of the software components commonly used in Geographic Information Systems. Proceedings of the US/Australia workshop on design and implementation of computer-based Geographic Information Systems, edited by D. Peuquet & J. O'Callaghan (IGU).

ESRI, Manuals PC ARC/INFO versie 3.3. Redlands: ESRI, 1989.

Kraak, M.J. & A.A. van der Veen, PC ARC/INFO, GIS-software. Kartografisch Tijdschrift, 1989. Nederlands Vereniging voor Kartografie (in voorbereiding).

Marble, D.F., Geographic Information Systems and Land Information Systems: differences and similarities. Proceedings symposium on Land Information Systems, october 1984.

Parker, H.D., The unique qualities of a Geographic Information System: a commentary. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing vol.54(1988)no.11, pp.1547-1549.

Rhind, D.W. & N.P.A. Green, A GIS for a hetrogeneous scientific community. International Journal for Geographical Information Systems vol.2(1988),no.2,pp.171-189.

DIGITALE FOTOGRAMMETRIE & REMOTE SENSING: METEN IN DIGITALE BEELDEN

Ir. M.J.P.M. Lemmens

Mijn ogen gaan heen en weer. Het lijkt of zij de foto's baan na baan afvegen met een penseel.

W.F. Hermans

Inleiding

Matching is Engels en betekent: vergelijken van kenmerken op overeenkomst. Matching heeft alles met digitale fotogrammetrie en remote sensing te maken (in het vervolg F&RS te noemen) en digitale F&RS heeft weer alles met automatiseren te maken. De ontwikkelingen in de digitale F&RS verlopen stormachtig. Dit is "Snellius" niet ontgaan. Aan maar liefst twee auteurs is gevraagd een bijdrage over dit onderwerp te schrijven[1].

Matching, onthou dat woord...

Het is een oeroude, niet uit te roeien en misschien niet eens zó'n verfoeilijke karaktertrek van de mens dat hij het werk door een ander wil laten uitvoeren. Immers, zou de mens nooit met dat verlangen behept zijn geweest, dan zouden we thans niet beschikken over automobielen, electrische tandenborstels, atoomenergie en andere nuttige dingen. In het pré-industriële

---

[1] De andere bijdrage is onder de kop Objectherkenning met Digitale Beeldverwerking afkomstig van ir. G.Vosselman.

tijdperk werd dit verlangen bevredigd door vrijheidsberoving van de medemens en hem te dwingen tot slavernij[2]. Thans zijn het robots die het werk voor ons doen. Karel Capek wist in 1921 al, toen ze alleen nog maar bestonden in de fantasie en in enkele literaire en minder literaire werken, welke eigenschappen ze zouden hebben: Ze hebben een verbazingwekkend geheugen. Als u hen een encyclopedie in twintig delen zou voorlezen, zouden ze alles in de juiste volgorde herhalen. Iets nieuws valt hen nooit in. Ze zouden heel goed college kunnen geven aan universiteiten...'[3]
Automatiseren is dus een vorm van gemakzucht -een gangbaar eufemisme is efficiëntie- en dat was voor mij ook de drijfveer om een decennium terug de ledenadministratie van "Snellius" te automatiseren. Computer-technologie is echter geen direkte noodzaak voor automatisering. Zo heeft F&RS, gebruikmakend van algemene ontwikkelingen in de technologie, steeds gestreefd naar machinale versnelling van het uitwerkingsproces. Dit heeft via de handmatige, analoge en analytische fotogrammetrie geleid tot de vierde generatie: de digitale fotogrammetrie. Hierbij worden met image matching technieken corresponderende punten automatisch in stereoparen opgespoord en wordt automatisch semantische informatie geëxtraheerd. Voor de semantische informatie extractie (patroonherkenning) dienen beelddelen met modellen gematched te worden. Deze modellen kunnen in parametrische vorm of in de vorm van grafen gerepresenteerd worden.
Alvorens nader op matching in te gaan zal eerst een vergelijking plaatsvinden tussen de analytische en digitale fotogrammetrie en zal het informatie extractie proces uit digitale beelden schetsmatig behandeld worden.

Van analytische naar digitale fotogrammetrie

'De fotogrammetrie is toch niet veel anders dan een bijzondere landmeetkundige techniek, een speciale methode van meten, waarbij men de werkelijke terreinsituatie heeft vervangen door de fotografische afbeelding ervan,' zo merkte Prof.dr.ir. W.Schermerhorn, peetvader van de Nederlandse fotogram-

---

[2] De wereldwijde afschaffing van de slavernij in de tweede helft van de negentiende eeuw heeft vermoedelijk maar betrekkelijk weinig te maken met een plotselinge, wereldomspannende humanitaire bevlogenheid, maar veeleer met het voortschrijden van de techniek. Het was niet langer meer lonend om menselijke produktiemiddelen in eigendom te houden. Niet voor niets verzetten de Zuidelijke Staten van de VS, waarvan de katoeneconomie door negerhanden gedragen werd, zich, bereid tot alle bloedvergieten, tegen het streven van het geïndustrialiseerde Noorden de slavernij af te schaffen.

[3] Ik heb deze woorden van Capek al eens eerder genoteerd en wel in NGT Geodesia 31e jrg. no. 10, okt. 1989, p. 470. Op het gevaar af verweten te worden dat mij nooit iets nieuws invalt noteer ik ze opnieuw.

metrie, oprichter van het ITC en ooit minister-president, niet zonder ironie op in een bijdrage aan het allereerste lustrumboek van "Snellius", om vervolgens aan de hand van een reeks sprekende voorbeelden de grote verdienste en het potentieel van de fotogrammetrie aan te tonen. De fotogrammetrie, zoals Schermerhorn die voor ogen stond, is goeddeels uitgekristalliseerd. Daaruit zou de argeloze toeschouwer onterecht de conclusie kunnen trekken dat de fotogrammetrie af is. De fotogrammetrie is allerminst af. Een drietal ontwikkelingen zijn hiervoor verantwoordelijk: (1) nieuwe, digitale sensoren, (2) nieuwe, met name satellietplatforms en (3) het ter beschikking komen van zeer krachtige computers tegen betaalbare prijzen, waardoor Image Understanding technieken ingezet kunnen worden.
Image Understanding houdt zich bezig met het langs geautomatiseerde weg detecteren van objecten en hun onderlinge relaties uit digitale beelden. Een digitaal beeld bestaat uit een regelmatig puntenveld van getallen: g(x,y). Aan elk pixel (x,y) is een grijswaarde (g) toegekend, gewoonlijk in het interval 0-255. De mogelijke toepassingsgebieden zijn bijna onbeperkt. Wat betreft de voorbeelden is het mij erg gemakkelijk gemaakt door ir. G.Vosselman die er zijn bijdrage aan wijdt. Een blik in de Proceedings of the 6th Scandinavian Conference on Image Analysis, 1988 toont eveneens het brede veld van onderzoek. De conferentie thema's waren onder andere: stereo vision, tekstherkenning, remote sensing, neurale netwerken, parallelle processoren, intelligente robots, biomedische toepassingen, digitale topologie, knowledge-based vision, tijdreeks beelden en textuur.
Doordat de intensiteit getalsmatig wordt vastgelegd, ontstaan voor F&RS in vergelijking met de analytische fotogrammetrie twee nieuwe en verreikende mogelijkheden: (1) real-time verwerking en (2) automatische extractie van semantische informatie met behulp van de computer. (Zie voor een uitgebreide vergelijking tussen analytische en digitale fotogrammetrie tabel 1.)

Real-time verwerking is vooral van belang in de industrie (bijvoorbeeld produktcontrole, herkenning en localisering van produkten) en bij navigatie van voertuigen. Robot-vision en real-time fotogrammetrie zijn dan ook synoniemen.
De geodeet is een coördinatenproducent[4]. Voor hem is waar iets staat (de geometrische informatie) van vele malen groter belang dan wat er staat (de semantische of thematische informatie). Veel kopzorgen bracht de semantische informatie in het verleden ook niet met zich mee, want de land-

---

[4] Het is halverwege de jaren tachtig bon ton geworden om allerlei zaken bedrijfsmatig te benaderen wat soms leidt tot medelijwekkende onzin. Zo menen sommigen dat TU's ingenieurs produceren. Niets is echter minder waar. Wanner TU's al iets produceren, dan is het onderwijs. En de studenten zijn de consumenten.

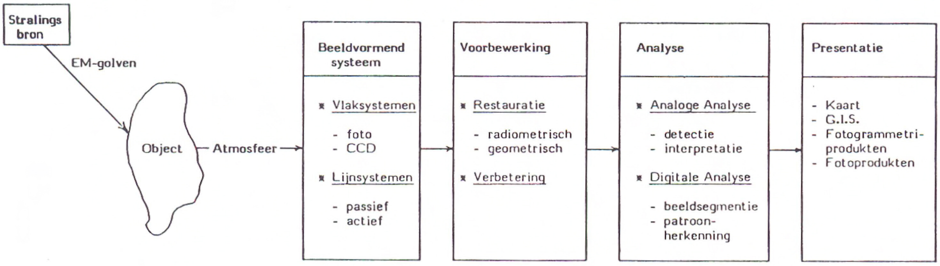
	Kenmerk	Analytische Fotogrammetrie	Digitale Fotogrammetrie
1.	Beeldvormend systeem	Fotografische camera	- Digitale camera - Drum scanner - Linear array camera - Punt scanner - ...
2.	Beeldtype	Foto (zwart/wit of kleur)	Digitaal beeld (zwart/wit of multispectraal)
3.	Meetgrootheden	Fotocoordinaten (x,y)	- Beeldcoordinaten (x,y) - Grijswaarden van pixels g(x,y)
4.	Uitwerkingsinstrumenten	Analytisch (mono- of stereocomparator, computer, software)	Computer met hoge resolutie beeldscherm, beeldverwerkingssoftware, interactieve randapparatuur
5.	Geometrische informatie extractie	Operator wijst discrete punten aan en computer registreert en berekent objectcoördinaten	- Als bij Anal. Fotogr. - Operator wijst pixels aan en computer berekent met matching zeer preciese objectcoördinaten - Automatische (X,Y,Z) bepalen m.b.v. matching (o.a. DHM)
6.	Semantische informatie extractie	Operateur benoemt de objecten	Door de computer (automatisch of in een interactieve sessie met de operateur)
7.	Real-time	Real-time verwerking niet mogelijk	informatie kan real-time ter beschikking komen

Tabel 1: De kenmerken van de analytische en digitale fotogrammetrie tegenover elkaar gezet.

meter te velde en de operateur achter het fotogrammetrisch uitwerkingsinstrument zijn uitstekend in staat om dat karwei te klaren. De geodeet kon zich veilig bezighouden met alle aspecten van de puntsbepaling. Met de introductie van digitale beelden ontkomt men niet aan automatische extractie van semantische informatie. Gelukkig heeft de remote sensing hiermee al veel ervaring.
Bekijken we de digitale fotogrammetrie vanuit puntsbepalings oogpunt dan kunnen onder andere vragen gesteld worden aangaande: (1) de inwendige en uitwendige calibratie van de geometrie van digitale sensoren, (2) methoden voor de reductie van de effecten van ruis op de te bereiken nauwkeurigheid, (3) het nauwkeurigheidsverlies door het digitaliseringsproces, (4) de optimale verhouding tussen bemonsterings-en kwantiseringsinterval, (5) de nauwkeurigheid waarmee elementen met filtertechnieken gelocaliseerd worden, (6) toetsingsstrategien om fouten op te sporen en (7) image matching. Paragraaf 4 gaat op dit laatste dieper in.

Het informatie extractie proces uit digitale beelden

Het proces om informatie te extraheren uit digitale beelden kan grofweg opgesplitst worden in vier fasen (zie figuur 1): (1) beeldvorming, (2) voorbewerking, (3) analyse en (4) presentatie.



Figuur 1: Schematische representatie van de vier fasen van informatie inwinning uit beeldmateriaal.

De beeldvormende systemen zijn, naast de geometrisch georiënteerde indeling van vlak- en lijnsystemen, te verdelen in direkte en indirekte systemen. Bij direkte systemen wordt de objectruimte rechtstreeks digitaal opgenomen; de Landsat reeks, die al sinds 1972 de aarde digitaal observeert, de SPOT en de CAESAR-scanner zijn hiervan voorbeelden. Bij indirekte systemen wordt de fotografisch afgebeelde objectruimte gescand met instrumenten als CCD-camera's en drumscanners. Het motto boven deze bijdrage beschrijft op beeldende wijze dit scanproces.

Daar beeldvormende systemen nooit perfect zijn, zal elk beeld behept zijn met verstoringen en ongerechtigheden. Daarom is een voorbewerking nodig. Verstoringen zijn afwijkingen ten opzichte van de modelmatige beschrijving, waarover a priori kennis aanwezig is. Hiervoor valt dus te corrigeren. Dit gebeurt in de restauratiefase. Radiometrische verstoringen kunnen onder andere geïntroduceerd worden door atmosferische invloeden en verschillen in sensorgevoeligheid. Een voorbeeld van geometrische restauratie is ontschranken. Terzijde zij opgemerkt dat het onderzoek in de fotogrammetrie zich de afgelopen decennia voornamelijk beperkt heeft tot geometrische restauratie.

Over de ongerechtigheden is geen a priori kennis aanwezig. Toch poogt de verbeteringsfase de invloed van ongerechtigheden op de verdere manuele of computerverwerking terug te dringen. Soms ook worden verbeterings-technieken gebruikt om een fraaiogend beeldprodukt te verkrijgen. Voorbeelden van verbeteringstechnieken zijn contrastmanipulaties, randopscherping en effening. De voorbewerking is dus een beeld-naar-beeld (low-level) bewerking.

De analyse is de hoofdfase. Hij kan opgesplitst worden in: (1) segmentatie en (2) patroon- (of object-) herkenning; bij de analoge analyse noemen we dit respectievelijk detectie en interpretatie.

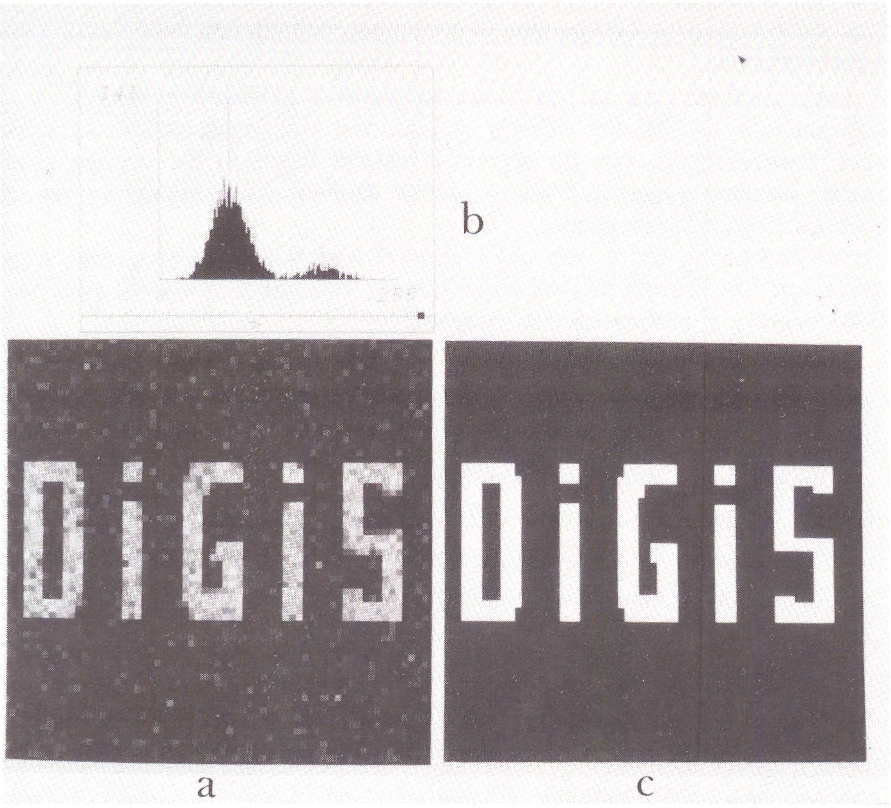
Bij de segmentatie wordt het beeld opgesplitst in beelddelen die homogeen zijn in een of meerdere eigenschappen, bijvoorbeeld gemiddelde grijswaarde, textuur of multispectrale signatuur[5]. Laten we textuur buiten beschouwing dan kunnen segmentatie methoden verdeeld worden in: (1) drempelwaarde segmentatie, (2) grensdetectie, (3) region growing en (4) clusteren.

De drempelwaarde segmentatie is de eenvoudigste en de snelste, maar kan alleen toegepast worden als de objecten zich duidelijk aftekenen tegen de achtergrond. Dit komt met name voor bij geconditioneerde scenes zoals in de industrie. Op grond van het histogram van grijswaarden wordt hetbeeld opgesplitst in objecten en achtergrond. Figuur 2 toont hiervan een voorbeeld. Bij ruimtelijke beelden dient men structuren op te sporen met behulp van

---

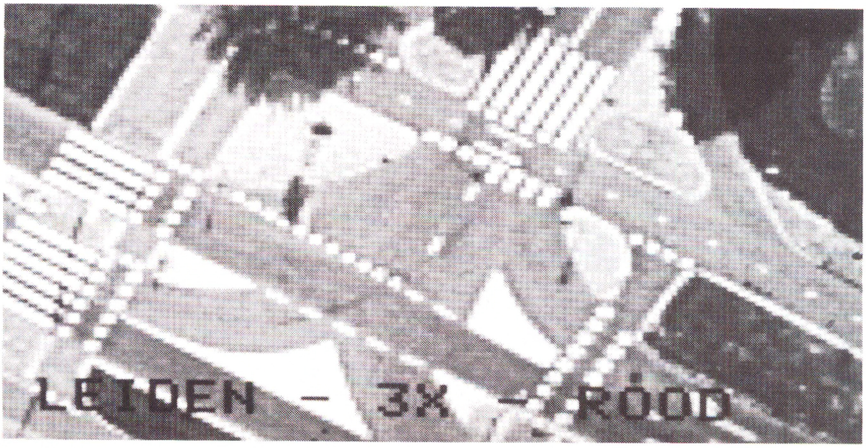
[5] De technieken die nodig zijn voor de radiometrische restauratie en onderdelen van de beeldsegmentatie vergen grote kennis van de signaal-theorie. Daarom is het, ik spreek nu even als docent, noodzakelijk om een vak dat zich richt op de systeem- en signaaltheorie standaard in de basisstudie op te nemen.

differentierende operatoren (grensdetectie, zie figuur 3), pixels te laten aangroeien tot homogene gebieden (region growing) of pixels te clusteren op grond van hun multispectrale signatuur. De laatste methode is overigens te beschouwen als een meerdimensionale drempelwaarde segmentatie. De segmentatie wordt ook wel een mid-level bewerking genoemd. Het resultaat is een beschrijving van de beeld-inhoud.



Figuur 2: Drempelwaarde segmentatie van een tekstdocument. Figuur 2a is het beeld zoals opgenomen door de camera. In het histogram (figuur 2b) is duidelijk te zien dat de grijswaarden van de letters zich duidelijk onderscheiden van die van de achtergrond. De laagste waarde in het 'dal' van de bimodale verdeling wordt als drempel gekozen. Alle grijswaarden beneden deze drempel worden op 0 gezet, alle grijswaarden daarboven op 1. Om geïsoleerde ruis te verwijderen is een peper-en-zout filter toegepast. Zo ontstaat een binair beeld, dat bestaat uit homogene beelddelen: letters en achtergrond (figuur 2c). In de patroonherkenningsfase kunnen deze letters met parameter matching (bijvoorbeeld template matching) of graaf matching herkend worden.

Bij de patroonherkenning worden aan de opgespoorde beeldsegmenten labels toegekend die verwijzen naar objecttypen in de objectruimte. Om patronen of objecten te herkennen is een model van die objecten nodig waarmee de kenmerken van de beeldsegmenten gematched moeten worden. De object-representatie kan gebeuren in parametervorm en in graafvorm.
Bij geconditioneerde scenes worden vooral vormkenmerken benut. Zij kunnen gekwantificeerd worden met behulp van geometrische maten en momenten. Voorbeelden van geometrische maten zijn omtrek, oppervlak en compactheid. Voorbeelden van momenten zijn: zwaartepunt, oriëntering, best-fitting ellips en excentriciteit.
De enige methode, die tot op heden succesvol is gebleken in F&RS[6] is de multispectrale classificatie. Hierbij worden van trainingsgebieden de statistische eigenschappen van de spectrale banden bepaald. De overige pixels worden hiermee gematched en op grond daarvan vindt toewijzing van de pixels aan objectklassen plaats.
Patroonherkenning wordt ook wel high-level bewerking genoemd. Het resultaat is een beschrijving van de objectruimte. Hoe dit in z'n werk gaat voor F&RS beelden is onderwerp van paragraaf 5.



---

6 De remote sensing heeft zich overigens vooral geconcentreerd op het gebruik van de computer als interactief hulpmiddel. Het feitelijke werk wordt door de operateur uitgevoerd. De systemen zijn vooral uitgerust met beeld-naar-beeld routines om bepaalde typen informatie beter zichtbaar te maken. De interactieve aanpak stelt specifieke eisen aan hard- en software. Zo moet een bewerking snel uitgevoerd worden, moet een beeld bijna onmiddelijk na het geven van het bewerkingscommando op het beeldscherm verschijnen etc. Dit betekent dat de gebruiker feitelijk niet mag merken dat elke opdracht gepaard gaat met een reusachtige rekenklus.

Figuur 3: Grensdetectie in een gescande grootschalige luchtfoto (figuur 3a). Met behulp van een hoogdoorlaat filter zijn rand elementen in het beeld gedetecteerd. Vervolgens zijn de randelementen verenigd tot grenzen met een minimum kostenpad procedure (figuur 3b).

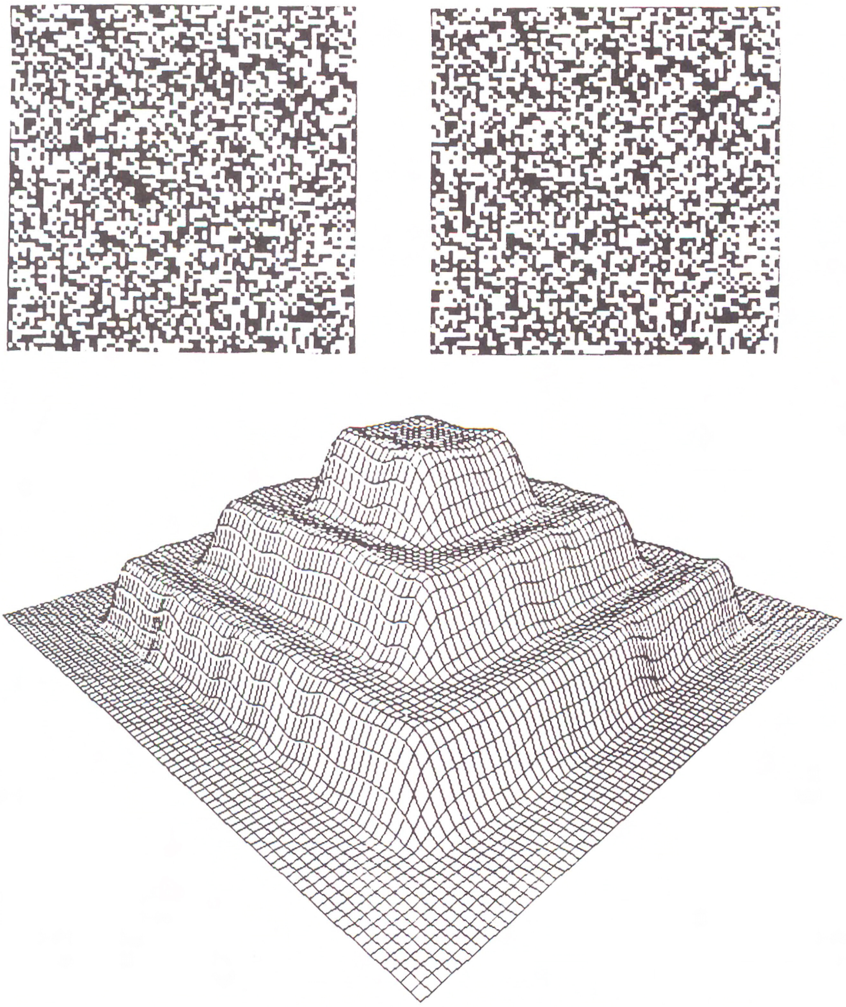
Na de analyse dient de ingewonnen informatie opgeslagen en gerepresenteerd te worden. In de geodesie wordt de kaart daartoe steeds meer vervangen door het Geografische Informatie Systeem (GIS).
Een begrip dat meer omvat dan patroonherkenning is Image Understanding (zie paragraaf 2). Daarbij moet het systeem informatie kunnen verstrekken als: de scene bevat 12 weilanden, 7 weilanden zijn volledig omsloten door sloten, 3 weilanden zijn omgrensd door wegen en sloten en 2 volledig door wegen. Van realisering hiervan zijn we overigens nog een heel eind verwijderd. Dit komt omdat zien niet ophoudt bij de vorming van een beeld op de retina. De hersenen vullen het ontbrekende aan en verwijderen het overbodige op grond van de kennis van de betreffende objectruimte en een algemeen wereldmodel. De kennis werkt als een filter. Voordat de computer image understanding probleemloos kan uitvoeren, zal deze kennis eerst in de computer ondergebracht moeten worden. Dit roept het probleem op van kennisrepresentatie, objectdefinitie en redeneren met deze kennis; onderwerpen die nauw verwant zijn met die uit de rastergestructureerde GIS-sen, maar die nauwelijks banden vertonen met de wiskunde waar de geodeet zo vertrouwd mee is: de mathematische statistiek en de matrixrekening.

Image matching

Bij image matching gaat het om het opsporen van corresponderende beelddelen in twee of meer beeldreeksen. Patroonherkenning wordt hierbij niet uitgevoerd. Beeldreeksen kunnen ontstaan door verschuiving in tijd of plaats. Bij het eerste wordt gesproken van tijdreeks beelden en het jargon dat daarbij hoort is motion. Verschuiving in plaats levert stereo beelden op. De stereo vision heeft zich enerzijds ontwikkeld vanuit de meer fundamentele richting om een computermodel van het menselijke stereo-zien te ontwikkelen (zie figuur 4), waaraan de namen van Marr en z'n medewerkers Hildreth, Grimson en Poggio verbonden zijn, en anderzijds vanuit de meer pragmatische overwegingen van robotica en F&RS.
In de eerste matching pogingen werd alleen gebruik gemaakt van de grijswaarde in beide beeldsegmenten. Dit wordt area-based matching genoemd. De meest geëigende methode om overeenkomsten in twee signalen op te sporen is kruiscorrelatie. Al zeer lang wordt deze toegepast in de remote sensing om automatisch paspunten op te sporen in satellietbeelden. (De noodzaak hiertoe wordt duidelijk wanneer men bedenkt dat Landsat elke 30 seconden een opname van 185x185 km en de SPOT elke 9 seconden een opname van 60x60 km vervaardigt). Beelduitsneden in oudere beelden waarvan de terreincoördinaten bekend zijn, worden gecorreleerd met de betreffende beelduitsneden uit nieuwe opnamen. Daar kruiscorrelatie slechts een translatie in het plaats- (of tijd-) domein en in signaalwaarde toelaat, is de methode niet geschikt voor toepassing in gebieden met sterk reliëf. Met een kleinste kwadraten methode kunnen echter wel andere transformatietypen tussen geometrie en radiometrie gemodelleerd worden. Gebruikelijk is om een affiene transformatie in de geometrie en een lineaire transformatie in de radiometrie te veronderstellen. Daar gelineariseerd moet worden dienen goede benaderde waarden bekend te zijn (2-3 pixels), maar de te bereiken precisie is hoog (1/20-1/30 pixel).
In de robotica ziet men zich onder andere voor het probleem gesteld om voertuigen autonoom te laten voortbewegen. Een van de ideeën is om een dergelijke mobiele robot, naar analogie van het menselijke stereo-zien, uit te rusten met twee ogen in de vorm van digitale camera's[7]. Ook hier werd kruiscorrelatie gebruikt. Maar in beeldsegmenten met weinig contrast is de correlatie overal hoog. Dit noodzaakt tot een controle achteraf van de steilheid van de discrete correlatiefunctie om foute toekenningen te elimeren.

---

[7]Door onbekendheid met de fotogrammetrie is het herhaaldelijk voorgekomen dat onderzoekers op het terrein van de robot-vision welbekende fotogrammetrische concepten opnieuw uitvonden.



Figuur 4: Wanneer men een stereopaar van een 3-D oppervlak, bedekt met een random patroon van zwarte en witte vlekjes, stereoscopisch bekijkt dan is men in staat om het betreffende object 3-D te zien. In dit voorbeeld is het 3-D oppervlak een trapsgewijs toelopende pyramide (een vierkante bruidstaart). Marr en medewerkers ontwikkelden een computermodel dat in staat is om uit het stereopaar het 3-D oppervlak te reconstrueren. De onderste tekening vormt een perspectivisch aanzicht van de pyramide zoals de computer die 'zag'. Op grond van vele van dit soort experimenten vervaardigde Marr een model van de menselijke stereoperceptie (door hemzelf 'early visual system' genoemd, omdat het gaat om de reconstructie van een gekromd oppervlak in een 3-D ruimte, niet om de herkenning van objecten), bestaande uit drie fasen: (1) afzonderlijke detectie van features (structuren) in beide beelden (dit is segmentatie), (2) het vinden van corresponderende features in het stereopaar en (3) interpolatie om een volledige oppervlakte representatie te verkrijgen. Dit model ligt nog steeds ten grondslag aan de feature-based matching.

Daar wegen, bomen en lucht veel egale vlakken vertonen, kost dit veel overbodig rekenwerk en navenant tijd. Daaruit ontstond het idee om vooraf de beelddelen met veel contrast op te sporen en pas dan kruiscorrelatie toe te passen. Daartoe werd een speciaal filter ontwikkeld dat de grijswaarde variaties in vier richtingen bepaalt. Is de variatie in alle vier richtingen hoog dan bevat het beeldsegment een karakteristiek punt[8]. Deze methode is door diverse onderzoekers verfijnd en gecombineerd met de door Marr en medewerkers ontwikkelde theorie. Dit leidde tot feature-based matching. Hierbij worden in beide beelden karakteristieke beeldelementen gedetecteerd, waaraan kenmerken worden toegekend zoals gemiddelde en variantie van de grijswaarden in de onmiddellijke omgeving. Op grond van deze kenmerken, de onderlinge ligging en een benaderd model van de objectruimte worden corresponderende elementen opgespoord.
Zowel de area-based als feature-based matching methoden zijn in tal van variaties toegepast in commercieel verkrijgbare met CCD-camera's uitgeruste fotogrammetrische instrumenten ten behoeve van de vervaardiging van digitale hoogtemodellen, zowel van industriele als terrein objecten, en ten behoeve van de aerotriangulatie[9].
De ene matching techniek is -gegeven doel, beeldtype en objectruimte- beter geschikt dan de andere. Om tot een universeel inzetbaar systeem te komen dient een groot scala aan algorithmen in het systeem ondergebracht te worden. Op grond van de randvoorwaarden moet het systeem zelf tot een optimale oplossingsstrategie zien te komen. De gebruiker moet daar feitelijk niets van merken. Dit leidt tot een expertsysteem.

Matching ten behoeve van de patroonherkenning

Problemen bij de Patroonherkenning van F&RS Beelden

Daar beelden van natuurlijke scenes vele malen complexer zijn dan beelden van geconditioneerde objectruimten, is het opstellen van een objectmodel een uiterst hachelijke aangelegenheid. Enkele struikblokken zijn:

- verschillende objecten onderscheiden zich vaak niet door verschillen in spectrale signatuur, met name door de mens gemaakte objecten lijden aan

---

[8]Deze methode is door het NLR in samenwerking met de auteur toegepast om CAESAR-beelden te matchen.

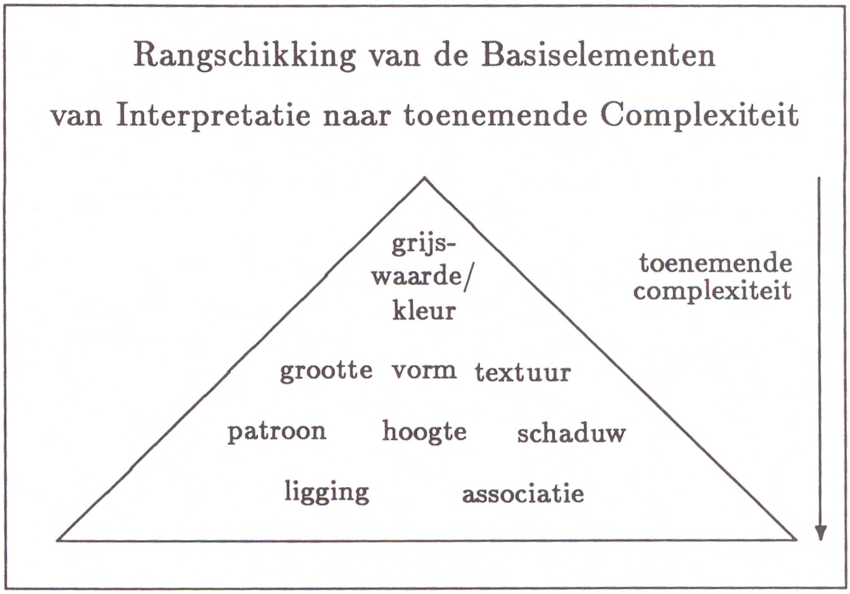
[9] Op indirekte wijze heeft Prof.dr.ir. Baarda bijgedragen aan het welslagen van het image matching. De huidige president van de ISPRS, Prof.dr. K.Torlegard, noteert in zijn artikel Transference of methods from Analytical to digital photogrammetry (Photogrammetria, 1988, vol. 42, p. 197-208): 'It took ten years before Baarda's statistical testing was introduced into analytical photogrammetry and another ten years before it was applied in digital matching of stereo images.'

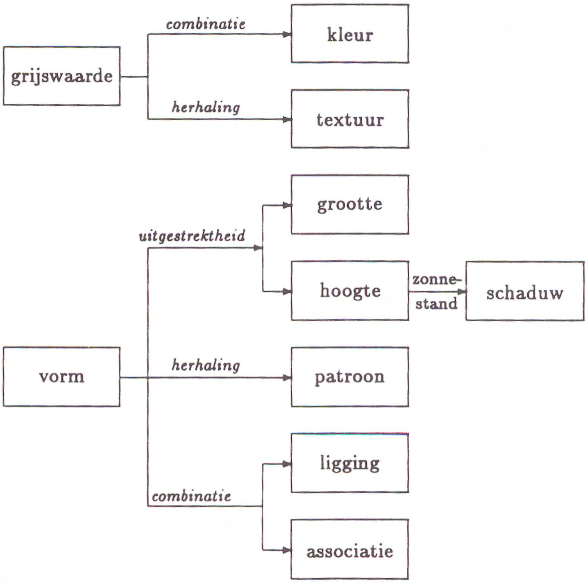
dit euvel;
- schaduw manifesteert zich als een markant beeldsegment;
- een 3-D ruimte wordt afgebeeld op een 2-D ruimte waardoor vervorming optreedt;
- objecten kunnen elkaar geheel of deels afdekken (occlusie);
- textuur is moeilijk te modelleren.

Deze verstorende elementen zou men semantische ruis kunnen noemen. Zij leiden tot grote onvolkomenheden in het segmentatieproces. Om toch tot resultaat te komen, kan men niet volstaan met het toepassen van filtertechnieken alleen maar moet ook voorkennis over het beeldtype en de objectruimte gebruikt worden. In het bijzonder zijn de volgende kennisbronnen van belang:
- beeldtype (model van het beeldvormend proces);
- kennis over de objectruimte (modellen over de typen structuren die men in de objectruimte mag verwachten en hun onderlinge relatie);
- kennis over de intrinsieke eigenschappen van objecten (de wijze waarop ze afgebeeld worden in het gegeven beeldtype met betrekking tot de basiselementen van interpretatie);
- een (inexacte) graaf van de objecten, mogelijk opgeslagen in de vorm van een GIS;
- kennis over het interpretatie proces.

De parameters die het beeldtype beschrijven zijn onder andere: pixelgrootte, tijdstip en seizoen van opname, EM-banden en projectievorm. Kennis over het interpretatie proces zou men metakennis kunnen noemen; het is nodig om de overige informatie te kunnen benutten.
Om beter greep te krijgen op het probleem is het nuttig om te kijken hoe de mens beelden interpreteert. De fotoïnterpretatie onderscheidt een negental basiselementen van interpretatie. Figuur 5a toont de gewoonlijke modellering naar toenemende complexiteit. Om tot een beter inzicht te geraken heb ik een ander model ontworpen, dat overigens alweer enkele jaren in het onderwijs geïmplementeerd is. Daarbij ga ik uit van twee basiselementen: (1) grijswaarde en (2) vorm (zie figuur 5b). De overige basiselementen zijn hieruit af te leiden met de functievoorschriften: combinatie, herhaling en uitgestrektheid.

Deze duale indeling is in meerdere opzichten fundamenteel:
- Grijswaarde refereert naar het beeld als 2-D signaal. Methoden uit de signaalverwerking kunnen er daarom op toegepast worden. Vorm (ofwel structuur) daarentegen is sterk gerelateerd met topologie;
- Filterbewerkingen, die vanuit signaaltheoretische overwegingen een verbetering vormen van het beeld, verslechteren vaak de kwaliteit van de structuren. Het omgekeerde is ook het geval;





Figuur 5: De basiselementen van interpretatie, (a) gerangschikt volgens toenemende complexiteit, (b) gerangschikt volgens de primaire basiselementen grijswaarde en vorm, waaruit de andere elementen met de functievoorschriften combinatie, herhaling en uitgestrektheid zijn afgeleid.

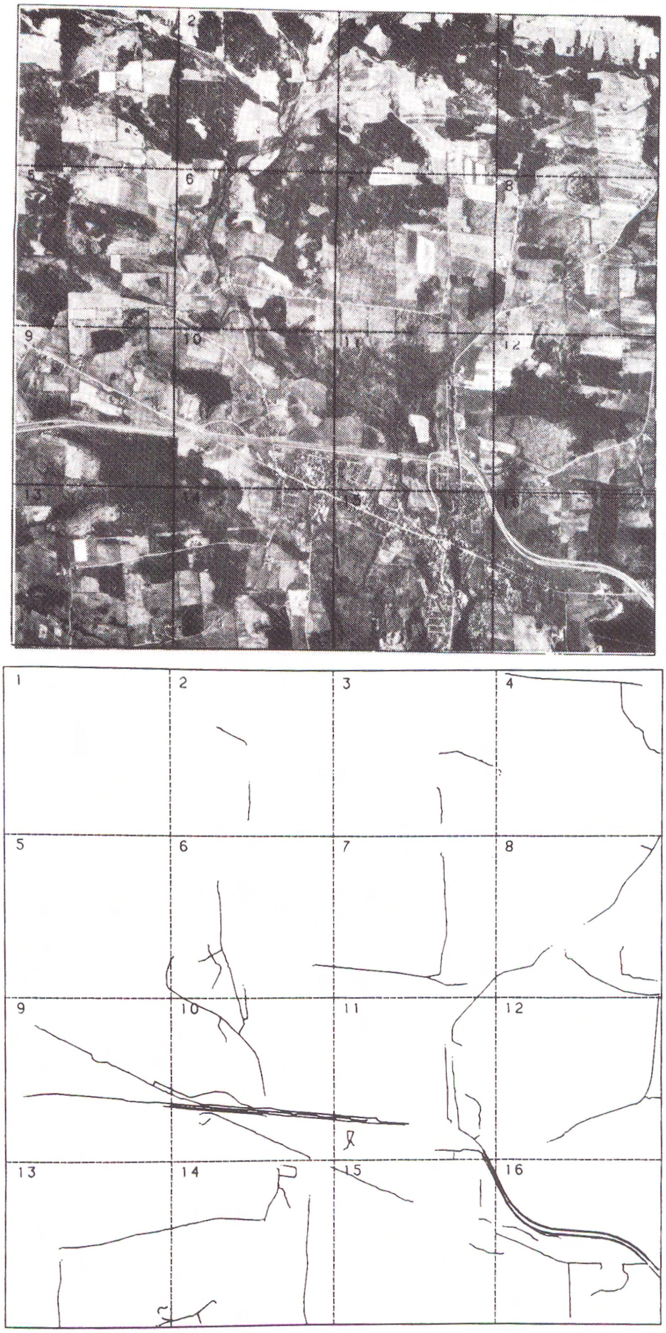
- Bij patroonherkenning op grijswaarde (multispectrale en textuur classificatie) wordt elk pixel als een afzonderlijk segment beschouwd. Een feitelijke segmentatiestap is dus niet nodig. Dit is wel het geval bij klassificatie op vorm;
- Bij de image matching zijn we deze tweedeling van grijswaarde en vorm feitelijk al tegenkomen, respectievelijk als area-based en als feature-based matching;
- Klassificatie op grijswaarde is veel gemakkelijker te realiseren dan klassificatie op vorm, daar gebruik gemaakt kan worden van statistische toetsen. Klassificatie op vorm is feitelijk alleen voor geconditioneerde scenes succesvol gerealiseerd.

De mens is in staat om objecten te herkennen op grond van vorm alleen. Daaruit mag men de conclusie trekken dat vorm het belangrijkste basiselement is. Maar de multispectrale klassificatie, reeds ingezet bij de eerste Landsat beelden, is feitelijk de enige methode die routinematig gebruikt wordt bij de computerondersteunde informatie extractie uit digitale ruimtelijke beelden. Vertaald naar ons schema betekent dit dat alleen het basiselement kleur gerealiseerd is. Bovendien moet men daarbij een hoog foutenpercentage voor lief nemen (20% is geen uitzondering). Er valt dus nog heel wat werk te verrichten.

Matching met behulp van een parametermodel

Aan beelddelen kunnen parameters toegekend worden als gemiddelde en variantie van de grijswaarden, vorm, oriëntering en textuurmaten. Op grond hiervan kan matching plaatsvinden met een model, waarin de verwachtingswaarden van deze parameters -gegeven beeldtype en kenmerken van de objectruimte- gegeven zijn. Bij de multispectrale classificatie worden deze parameters, met name gemiddelde grijswaarde en variantie, geschat uit trainingsgebieden.

Wat betreft de classificatie op vorm is alleen aan automatische wegendetectie in kleinschalige opnamen veel onderzoek verricht, maar een goed operationeel systeem is er (nog) niet. Het model beschrijft onder andere dat wegen een of hooguit enkele pixels breed zijn, de spectrale signatuur sterk afwijkt van die van de omgeving en overeenkomt met die van asfalt of steen en dat wegen een netwerk vormen en niet pardoes ergens zullen eindigen. Door dit model kan in het segmentatieproces gebruik gemaakt worden van randdetectoren. Maar door schaduw en occlusie zullen weggedeelten niet zichtbaar zijn. Om deze niet zichtbare delen toch zichtbaar te maken, moet meer kennis in het systeem gebracht worden dan thans het geval is. Figuur 6 toont een gescande kleinschalige luchtfoto en de wegen die daaruit gedetecteerd zijn met een vrij geavanceerde methode.



Figuur 6: Wegendetectie in een kleinschalige gescande luchtfoto. Met een vrij geavanceerde methode zijn de wegen gedetecteerd zoals afgebeeld in het kaartje rechts.

Patroon- (of object-) herkenning van F&RS-beelden is minder uitzichtloos dan zij lijkt, wanneer men bedenkt dat heel vaak een graafmodel van de scene aanwezig is in de vorm van een GIS. Dit model is weliswaar verouderd en dus inexact, maar wel kan nu formulering in de vorm van een toetsingsprobleem plaatsvinden.

Deze benadering wordt des te belangwekkender wanneer men bedenkt dat de ruimtelijke informatievoorziening steeds meer het volgen van processen betreft. Sprekend voorbeeld uit het dagelijks leven is het volgen vanuit de Meteosat (elk half uur!) van de ontwikkeling van de atmosfeer. Het bepalen van de mate van vervuiling, het vaststellen of overheidsmaatregelen effect sorteren en het uitvoeren van een jaarlijkse gewasinventarisatie zijn andere voorbeelden. Deze informatie dient vaak snel ter beschikking te komen.

Deze benadering beheerst het huidige beeldverwerkingsonderzoek binnen het Laboratorium voor F&RS waaraan, behalve door de auteur, ook door ir. R. Verwaal wordt gewerkt. Dit DIGIS-project heeft reeds geleid tot model voor de automatische koppeling tussen F&RS beelden en vectorgestructureerde GIS-sen. De voornaamste doelen hierbij zijn om te komen tot (1) een verbeterde en snellere beeldanalyse en (2) een (semi)-automatische bijhouding van GIS-sen. Vele concepten zijn reeds softwarematig gerealiseerd in het DIGIS-pakket, ontwikkeld door de auteur tezamen met afstudeerders en stagiaires. Over dit DIGIS-project heb ik reeds uitvoerig gerapporteerd[10] en daarom laat ik het hier verder onbesproken.

De vraag is overigens of alles geautomatiseerd moet worden. Het meest tijdrovende proces in de fotogrammetrische uitwerking is niet de interpretatie (dat wil zeggen patroonherkenning door de mens) maar het digitaliseren van de objectcontouren. Denkbaar is een hybride systeem waarbij de operateur de interpretatie uitvoert en de computer de objectcontouren bepaalt, dat wil zeggen de computer doet de segmentatie en de mens de patroonherkenning.

Slotbeschouwing

Door de vele dynamische processen in de samenleving veroudert ruimtelijke informatie snel. Veel meer gegevens worden verzameld, met name door de aardobservatiesatellieten, dan omgezet kan worden tot informatie. Dat is een economisch dilemma: beeldgegevens zijn relatief goedkoop, maar de verwerking ervan tot zinvolle informatie is een dure aangelegenheid. Daarom is automatisering van het beeldanalyseproces uiterst belangrijk.

Internationaal zijn genoeg tekenen aan de wand dat F&RS en GIS-sen dichter

---

[10] zie bijv. NGT Geodesia, 31e jrg. no.4, p. 175-184.

naar elkaar zullen toegroeien. Zo houden twee belangrijke commissies van de ISPRS[11] zich bezig met de integratie van F&RS- en GIS-bestanden en met GIS-theorie. Bovendien, en dat wordt soms wel eens over het hoofd gezien, is een GIS zonder gegevens als een vis zonder water en F&RS vormt de voornaamste leverancier van ruimtelijke gegevens vormt.
Grenzen spelen een belangrijke rol in de beroepsuitoefening van elke geodeet. Gemakkelijk kan daardoor de misvatting ontstaan dat alles voor afbakening vatbaar is. Het verleden heeft vele krampachtige pogingen te zien gegeven om het vakgebied der geodesie af te palen en op te splitsen. Waarom zou men? Steeds worden we overrompeld door nieuwe technieken, waardoor een indeling alweer verouderd is voordat men er goed en wel over uitgebabbeld is. Hoewel de fotografie -de bakermat van F&RS- in 1989 haar 150ste verjaardag vierde, daarmee "Snellius" in eerbiedwaardigheid verre overtreffend, is F&RS allerminst een afgebouwde discipline. In tegendeel zelfs. De intrigerende vraag blijft: hoe komt het dat zien -wat de mens zo gemakkelijk afgaat- zo moeilijk is voor de computer. Het meten in beelden is daarom niet alleen kleurrijker maar ook uitdagender dan ooit.

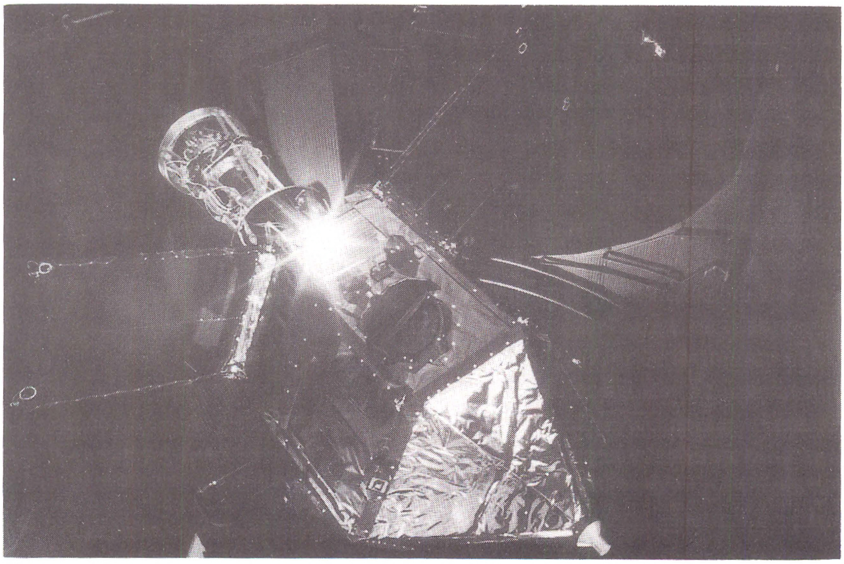
---

[11] ISPRS: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

ESA'S ASTRONOMISCHE SATELLIET HIPPARCOS

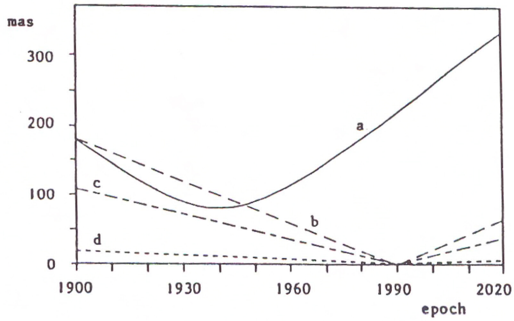
Ir. H van der Marel

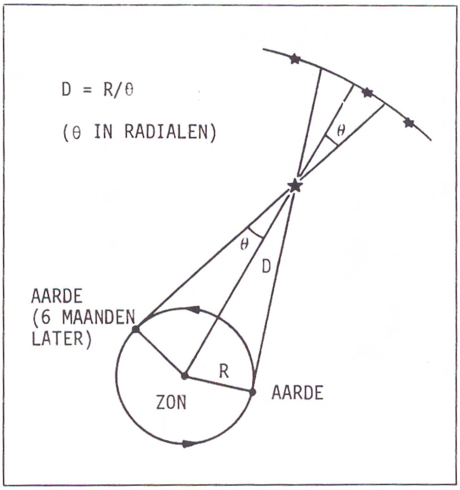
Op 8 augustus 1989 om 23:26 UT werd de astronomische satelliet Hipparcos (figuur 1), samen met de Duitse omroepsatelliet TV SAT2, met een Ariane 4 draagraket gelanceerd vanaf de lanceerbasis Kourou in Frans Guyana.



Figuur 1. Hipparcos (vluchtmodel) in de "Large Space Simulator". Gedurende deze test ondervindt de satelliet dezelfde condities als in de ruimte. Duidelijk zichtbaar zijn twee van de drie zonnepanelen. Midden in de foto is een van de twee afschermplaten van de telescoop zichtbaar. De falende apogee boost motor is nog niet gemonteerd; de motor bevindt zich op de plaats waar de ondersteunende constructie aangrijpt (met dank aan ESA).

De lancering verliep niet geheel vlekkeloos: de satelliet kwam in de verkeerde baan. Desondanks gaat Hipparcos, een afkorting van High Precision Parallax Collecting Satellite, de positie, jaarlijkse eigenbeweging en parallax, alsmede de helderheid en kleur, van circa 110.000 sterren bepalen. De parallax van sterren, waaraan de satelliet min of meer zijn naam dankt, vormt het fundament van de afstandsbepaling naar sterren. De nauwkeurigheid van de posities zal naar verwachting enkele duizendsten van een boogseconde bedragen. Een enorme verbetering ten opzichte van bestaande catalogi (figuur 2).





Figuur 2. Links: De parallax is de schijnbare beweging van een ster ten gevolge van de beweging van de aarde om de zon. Sterren die niet al te ver weg staan, beschrijven jaarlijks een klein ellipsje aan de hemel, hetgeen in feite een projectie van de aardbaan is (de grootste parallax is 0.7 boogseconden). De grootte van de parallax is een maat voor de afstand tot een ster. Rechts: De precisie-evolutie van a) een klassieke stercatalogus (IRS met 38.000 sterren), b) de Hipparcos catalogus (110.000 sterren), c) Hipparcos gecombineerd met IRS en d) Hipparcos plus een tweede Hipparcos over 10 jaar. Duidelijk waarneembaar is dat de precisie van de sterposities afneemt wanneer men verder verwijderd raakt van het waarnemingstijdstip van de catalogus. Dit wordt veroorzaakt door de eindige precisie van de eigenbewegingen.

Verkeerde satellietbaan

Hipparcos is de eerste wetenschappelijke satelliet die de Europese Ruimtevaart Organisatie ESA sinds Giotto lanceerde. De lancering had oorspronkelijk 39 minuten eerder, bij de opening van het lanceervenster om 22:47 UT, moeten plaatsvinden. Een paar seconden voor de ontsteking van de motoren werd de aftelprocedure automatisch afgebroken, maar de lancering kon even later, net voor het sluiten van het lanceervenster, toch doorgaan. Hipparcos werd door de Ariane in een sterk elliptische baan, met perigeum op 200 km en apogeum op 36.000 km, gebracht.

De geplande ontsteking van de apogee boost motor op 10 augustus 1989, die de satelliet in een cirkelvormige geostationaire baan op 36.000 km hoogte had moeten brengen, mislukte. Volgende pogingen op 11, 13, 17 en 25 augustus mislukten eveneens. Op 4 september werd besloten geen nieuwe pogingen te ondernemen en een alternatieve missie uit te voeren, gebaseerd op min of meer de huidige baan. Daartoe werd de satelliet in een stabiele baan met perigeum 540 km en omloopperiode van 10 uur en 40 minuten gebracht.

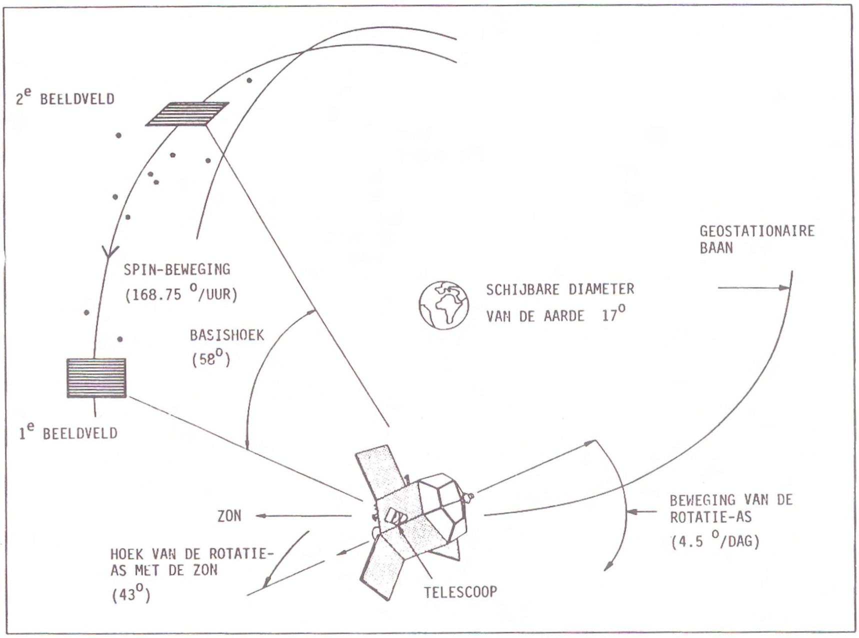
Hipparcos had oorspronkelijk in een geostationaire baan op 36.000 km hoogte, met een omloopperiode van 24 uur, terecht moeten komen. Voor de communicatie tussen Hipparcos en het vluchtleidingscentrum in Darmstadt, het European Space Operations Centre (ESOC), zou dan één grondstation voldoende zijn. Doordat Hipparcos nu in een sterk elliptische baan zit, en zelf geen mogelijkheden heeft tot data-opslag, is een combinatie van grondstations nodig. Er zijn nu vier grondstations beschikbaar: Odenwald (Bondsrepubliek Duitsland), Perth (Australie), Kourou (Frans Guyana) en sinds maart 1990 Goldstone (USA). Desondanks is slechts iets meer dan de helft van de oorspronkelijk geplande metingen beschikbaar of geschikt voor verdere verwerking. De overige metingen gaan verloren doordat de satelliet niet zichtbaar is, niet-beschikbaarheid van grondstations, aardoccultaties, achtergrondstraling veroorzaakt door de Van Allen stralings-gordels, en de extra tijd nodig voor het laten convergeren van de 'real-time' standbepaling. Dit heeft als gevolg een onregelmatige bedekking van de sterrenhemel en een gereduceerde nauwkeurigheid, die alleen kan worden gecorrigeerd door de oorspronkelijke missie, die 2.5 jaar had moeten duren, te verlengen.

De levensduur van de satelliet wordt in de huidige baan echter beperkt door de extra slijtage van de zonnepanelen tweemaal per omloop ten gevolge van de passage door de Van Allen stralings-gordels op 10.000 km hoogte. Met name gedurende de eerste maanden van de missie was de achteruitgang van de zonnepanelen verontrustend. Het leek er aanvankelijk op dat de satelliet niet langer dan 6 maanden zou 'leven'. Door verschillende factoren bleek de slijtage aan de zonnepanelen mee te vallen. Recente studies laten zien dat een levensduur van 3 jaar mogelijk is. Daarnaast worden ook de metingen zelf nadelig beïnvloed

door de verhoogde stralingsachtergrond in sommige delen van de baan. Het meetinstrument zelf blijkt perfect te werken.
De gevolgen van de verschillende effecten zijn nog niet goed te overzien. Een voorzichtige conclusie is dat drie jaar voldoende is voor een zinvolle wetenschappelijke missie.

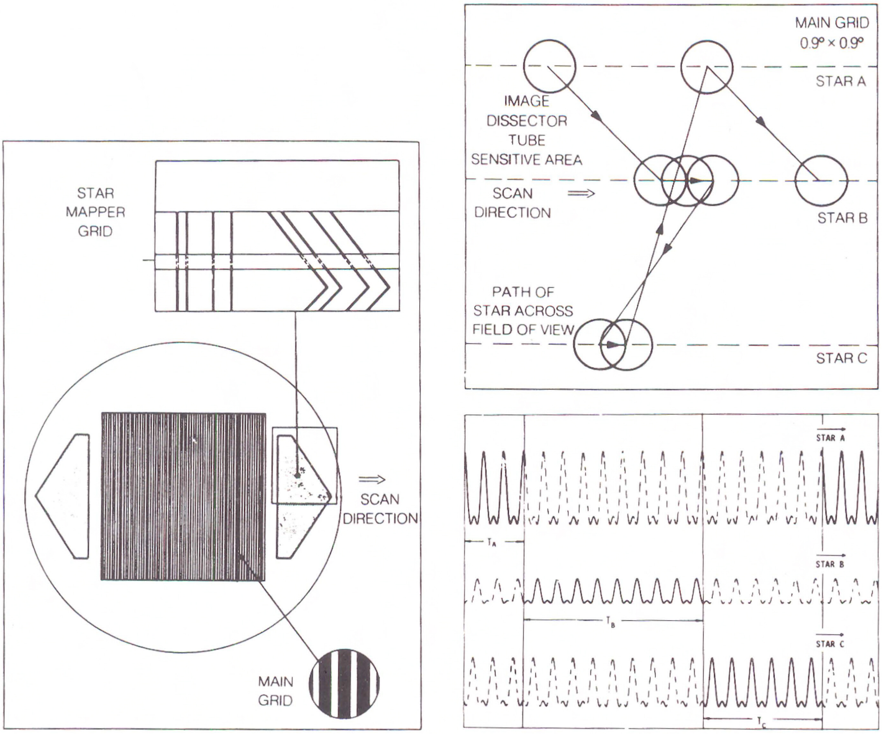
Meetprincipe van Hipparcos

Het Hipparcos meetinstrument bestaat uit een opgevouwen spiegeltelescoop, voorzien van een extra spiegel die het licht uit twee gebiedjes op de hemelbol in het brandvlak van de telescoop projecteert (figuur 3). In het brandvlak van de telescoop is een tralie van licht- en -ondoorlatende banden gemonteerd (figuur 4).



Figuur 3. Het meetprincipe: De stand van de satelliet in de ruimte verandert continu ten gevolge van een rotatie om de spin-as (de spinbeweging) en de precessie van de spin-as zelf. Een ster wordt kort na elkaar in het eerste en tweede beeldveld waargenomen. Dit herhaalt zich na twee uur, zij het dat de beeldvelden dan iets zijwaarts zijn opgeschoven, zodat nu sterren in een gedeeltelijk overlappende strook worden aangemeten. De satelliet bevindt zich, in tegenstelling tot wat de figuur suggereert, niét in een geostationaire baan.

De roterende beweging van de satelliet, met 12 omwentelingen per dag, zorgt ervoor dat de sterbeeldjes over het tralie bewegen in een richting loodrecht op de licht- en -ondoorlatende banden. Dientengevolge wordt het sterlicht achter het tralie gemoduleerd. De rotatie-as van de satelliet zelf voert nog een langzame rotatie om de richting naar de zon uit (7 omwentelingen per jaar). Hierdoor wordt uiteindelijk een complete bedekking van de hemel verkregen.



Figuur 4. Links: Het Hipparcos tralie. In het midden van het brandvlak is het modulerende tralie voor de Image Dissector Tube te zien. Aan beide zijden zijn de lichtdoorlatende verticale en V-vormige spleten voor de star-mapper aangebracht. De sterbeeldjes bewegen over het modulerende tralie. Gedurende een elementaire waarnemingsperiode van 2,13 s worden sterren quasi-simultaan waargenomen door om de beurt het gemoduleerde signaal te bemonsteren. Rechtsboven valt te zien hoe het gevoelige deel van de detector over het beeldveld beweegt, rechtsonder is het gemoduleerde signaal uitgezet (met dank aan ESA).

Gemiddeld zijn er 4 à 5 sterren uit het meetprogramma in beeld. Om de beurt wordt de intensiteit van het gemoduleerde sterlicht achter het tralie gemeten met behulp van een zgn. Image Dissector Tube (figuur 4). Hieruit wordt op aarde

iedere 2.13 s de fase p [0,1) van het gemoduleerde signaal berekend. De positie g van het sterbeeldje in de richting loodrecht op de tralielijnen is dan eenvoudig te berekenen uit $g=(n+p)*s$, waarbij n het -onbekende- aantal, en s de periode van de tralielijnen is (s is -uitgedrukt in hoekmaat - ongeveer 1"208). Het aantal tralielijnen n is niét meetbaar; deze wordt daarom uit de benaderde sterpositie en de stand van de satelliet berekend. Aan het begin van de gegevensverwerking resulteert dit in een groot aantal foute waarden voor n, hetgeen een extra complicatie vormt tijdens de gegevensverwerking.
De benaderde sterpositie, magnitude en kleur van sterren is door een speciaal consortium, het Input Catalogus consortium (INCA), uit de verschillende beschikbare bronnen opgespoord en wanneer gegevens ontbraken aangevuld door metingen vanaf aarde. Dit consortium heeft tevens het meetprogramma, de sterren die Hipparcos moet gaan waarnemen samengesteld uit meer dan 200 voorstellen, gedaan door astronomen over de hele wereld. Deze gegevens zijn niet alleen nodig voor de berekening van n, maar ook voor de (real-time) standbepaling en de besturing van de Image Dissector Tube.
Aan beide zijden van het modulerende tralie is een aantal lichtdoorlatende verticale en V-vormige spleten aangebracht (figuur 4). Deze spleten vormen tezamen met een detectorsysteem het star-mapper meetinstrument, dat o.a. gebruikt wordt voor de standregeling en besturing van de image dissector tube. Het star-mapper signaal wordt echter ook naar aarde overgezonden en daar verder geanalyseerd. De star-mapper gegevens vormen een tweede belangrijke groep van waarnemingen.
De fase- en star-mapper metingen worden door twee internationale consortia verwerkt. Het eindresultaat is een stercatalogus, die van ca. 110.000 sterren tot aan magnitude 12, de positie, jaarlijkse eigenbeweging en parallax met een nauwkeurigheid van enige milliboogseconden (resp. milliboogseconden per jaar), alsmede de helderheid (magnitude) zal bevatten. De verwachte nauwkeurigheid is twee ordes beter dan de beste tot nu toe bestaande catalogi; bovendien bevat de Hipparcos catalogus veel meer objecten dan vergelijkbare catalogi (figuur 2). Om een idee van de nauwkeurigheid te geven: één milliboogseconde is éénmiljardste deel van een cirkel (0,001 ppm). Dit is het hoekje waaronder we vanaf de Eiffeltoren in Parijs een golfbal zien op het Empire State building in New York, 6500 km verderop!
De hoge nauwkeurigheid is in de eerste plaats te danken aan het feit dat de metingen buiten de aardse atmosfeer plaats vinden. Door de afwezigheid van atmosferische refractie, de systematische afbuiging van het licht t.g.v. de gelaagdheid van de atmosfeer, is het mogelijk grote hoeken in één keer te meten. Daarentegen wordt op aarde de waarnemingsprecisie begrensd door de atmosferische turbulentie, terwijl locale en seizoensvariaties in de refractie hinderlijke regionale fouten in de aardse catalogi veroorzaken.
Uit de star-mapper metingen wordt nog een tweede stercatalogus samengesteld

die iets minder nauwkeurig is, maar wel minstens 400.000 sterren zal gaan bevatten. Dit is de taak van het Tycho Data Analysis Consortium. Bovendien bevat deze catalogus naast geometrische informatie (positie) ook fotometrische informatie: namelijk de helderheid (magnitude) en kleur van sterren. Deze resultaten zijn in eerste plaats van belang voor astronomen: bijvoorbeeld uit de afstand, helderheid en kleur van een ster kunnen astronomen het type ster en het stadium van zijn evolutie bepalen.

Hipparcos gegevensverwerking

Voordat de Hipparcos catalogus gereed is, moet eerst een enorme hoeveelheid rekenwerk worden verricht. Dit rekenwerk is op verzoek van ESA door twee internationale consortia ter hand genomen, NDAC en FAST genaamd. NDAC (Northern Data Analysis Consortium) bestaat uit instituten uit Denemarken, Zweden en Groot Brittanië. FAST (Fundamental Astrometry by Space Techniques consortium) bestaat uit zeventien instituten uit Frankrijk, Italië, de Bondsrepubliek Duitsland, Nederland en de Verenigde Staten van Amerika. Voor Nederland nemen het Laboratorium voor Ruimte Onderzoek (SRU) te Utrecht, de sterrewacht te Leiden en de Faculteit der Geodesie van de Technische Universiteit van Delft deel aan FAST. Met de voorbereiding van de gegevensverwerking is in 1981 begonnen. De consortia zullen ieder, langs verschillende wegen, een stercatalogus berekenen. Het voordeel van twee consortia is, dat de resultaten van beide kunnen worden vergeleken, hetgeen de betrouwbaarheid van het eindprodukt verzekert. Met de vergelijking is al direkt na de eerste metingen begonnen.

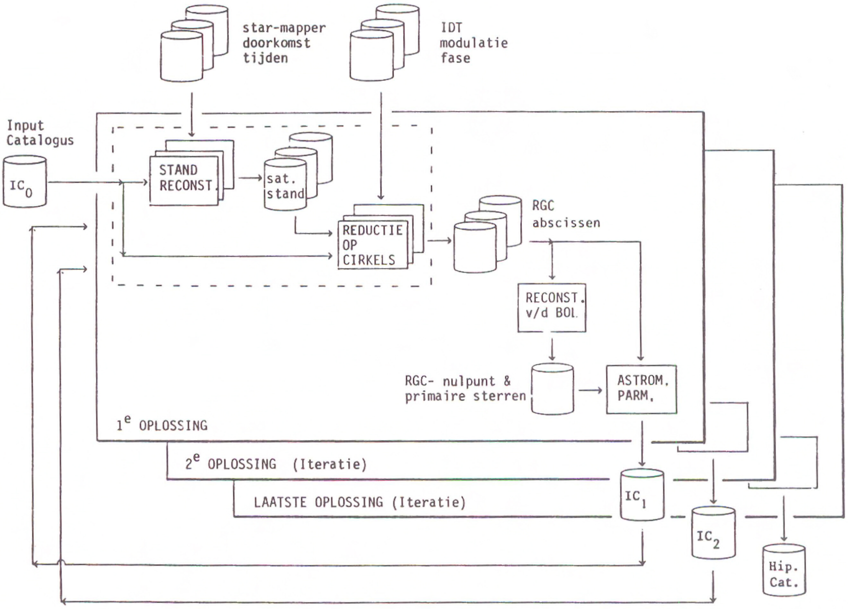
Nadat de ruwe meetgegevens zijn verwerkt, kunnen de sterposities, eigenbewegingen en parallaxen worden berekend. Hierbij gaat het om een meetkundig vereffeningsprobleem: het aantal beschikbare waarnemingen is veel groter dan strikt noodzakelijk is om de onbekende parameters uit te rekenen. Deze problemen sluiten goed aan bij de geodetische belangstelling en expertise vanwege de grote gelijkenis met geodetische netwerken. Vandaar ook dat de Faculteit der Geodesie van de Technische Universiteit Delft aan de wetenschappelijke gegevensverwerking deelneemt.

Dit vereffeningsprobleem wordt berekend volgens de methode der kleinste kwadraten, waarbij bijzonder grote stelsels vergelijkingen, met de sterposities, eigenbewegingen en parallaxen als belangrijkste onbekenden, in het geding zijn. Daarnaast moet een tweetal andere groepen van onbekenden worden opgelost: de stand van de satelliet (de oriëntatie van het tralie in de ruimte) en instrumentele parameters (de geometrie van het tralie). In totaal moeten ongeveer 600.000 astrometrische parameters (namelijk per ster 2 parameters voor de positie, 2 voor de eigenbeweging en 1 voor de parallax), 100.000 instrumentele

parameters, en ettelijke miljoenen standparameters worden berekend uit ongeveer 150 miljoen fasemetingen en 14 miljoen star mapper metingen. Dit kan niet in één enkele kleinste kwadraten vereffening gebeuren. Daarom hebben beide consortia deze vereffening georganiseerd als een 'stapsgewijze iteratieve vereffening', de zgn drie-stap-procedure (figuur 5). De drie stappen zijn:

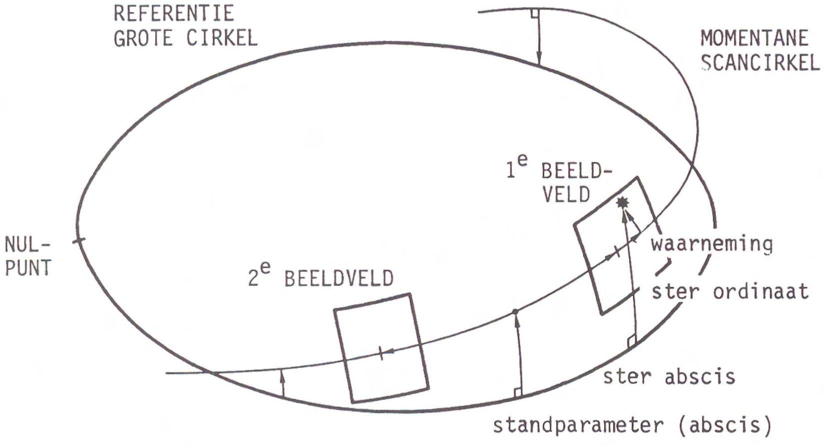
1. standreconstructie en reductie op cirkels;
2. reconstructie op de bol;
3. astrometrische parameter extractie.

Deze stappen worden, in verband met een aantal benaderingen, enige keren herhaald (itereren). Drie oplossingen zijn voldoende.



Figuur 5. De drie-stap procedure. De fase- en star-mapper metingen van een half etmaal worden ieder apart verwerkt. Dit kan tweemaal per dag. Eerst wordt de stand van de satelliet berekend uit de star-mapper metingen en benaderde sterposities (uit de input catalogus, of van een vorige iteratie). Daarna worden in de reductie op cirkels de sterabscissen op een "referentie cirkel" (RGC) berekend uit de fasemetingen. Eén coördinaat, in een lokaal coördinaatstelsel, ligt daarmee vast. Tijdens de 'reconstructie op de bol' worden de RGC's gecombineerd en de astronometrische parameters van 40.000 primaire sterren berekend. Hiertoe moet enige malen per jaar een enorm stelsel vergelijkingen, met soms 200.000 steronbekenden en 2000 onbekende oorsprongen van de RGC's, worden opgelost. De astrometrische parameters van de overgebleven, secondaire, sterren worden in de derde stap berekend. Dit kan per ster, in de vorm van een kleine vereffening, met de RGC abscissen als afgeleide waarnemingen. De gehele procedure moet een aantal malen worden herhaald.

Met de gegevensverwerking wordt niét gewacht totdat alle metingen zijn gedaan. In de eerste stap kunnen telkens al de metingen van een half etmaal worden verwerkt, de zogenaamde RGC-sets. In deze tijd heeft de satelliet 3-5 omwentelingen afgerond, terwijl de rotatie-as van de satelliet over zo'n 2 graden is verschoven. In de huidige missie wordt deze periode begrensd door interrupties in de gegevensstroom ten gevolge van de passage van de satelliet door het perigeum en de Van Allen gordels. Daardoor zijn de RGC-sets iets korter dan verwacht.
Gedurende een RGC-set worden ongeveer 2000 sterren, gelegen in een smalle band, waargenomen. In feite wordt voor deze sterren een deel-oplossing in een lokaal coördinaatstelsel berekend, met één astrometrische parameter per ster; de stercoördinaat langs de equator van het lokale coördinaatstelsel, de referentiecirkel of RGC (figuur 6). Het is niet mogelijk om uit de metingen van een halve dag ook de stercoördinaat loodrecht op de RGC te schatten, en de eigenbewegingen en parallaxen zijn over deze periode zo klein dat we ze mogen verwaarlozen. Deze parameters worden in de tweede en derde stap van de gegevensverwerking uitgerekend. Daartoe moet enige malen per jaar een enorm stelsel vergelijkingen, met soms 200.000 steronbekenden, worden opgelost.

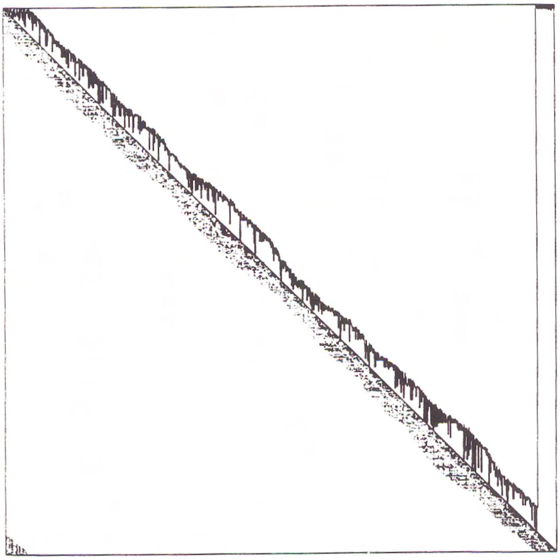


Figuur 6. Reductie op cirkels: projectie op de referentie grote cirkel.

Reductie op Cirkels

Binnen het FAST consortium is de Faculteit der Geodesie belast met de reductie op cirkels. De reductie op cirkels is eveneens een vereffeningsprobleem dat met

de methode der kleinste kwadraten wordt opgelost.
Drie groepen onbekende parameters zijn in het geding: de stand van de satelliet in de scan-richting, de stercoordinaten (abscissen) langs de referentiecirkel (2000) en instrumentele parameters (30). Het aantal standparameters hangt af van het gebruikte model; in het meest eenvoudige model worden 18.000 standparameters, één per 2.13 s, uitgerekend. Bij meer complexe modellen, waarbij sprake is van een reeks-ontwikkeling van de stand, kan met 600 parameters worden volstaan. Hierbij wordt als het ware de stand van de satelliet gladgestreken: de zgn. attitude smoothing. Door de betere precisie van de standgegevens worden ook de sterabscissen verbeterd.
De reductie op cirkels vindt twee maal per etmaal plaats, maar daar komt nog een aantal keren bij voor iteraties. In totaal moeten ongeveer 5000 cirkelvereffeningen worden berekend. Vandaar dat de gehele berekening zeer efficiënt dient te geschieden. Het eigenlijke rekenwerk wordt bij het Centre National des Etudes Spatiales (CNES) in Frankrijk en het Laboratorium voor Ruimteonderzoek in Utrecht uitgevoerd. Daartoe is op de Faculteit een omvangrijk software pakket ontwikkeld.
Voor het oplossen van de stelsels vergelijkingen wordt gebruik gemaakt van Cholesky factorisatie met ijle-matrix routines (figuur 7). Daarbij hangt de hoeveelheid rekenwerk sterk af van de volgorde waarin de onbekenden worden opgelost. Bovendien blijkt het uitrekenen van de ongeveer 30 instrumentele parameters relatief veel computertijd te kosten. Een paradox? Nee, want elke waarneming heeft betrekking op slechts één sterparameter en één standparameter, maar op alle instrumentele parameters.



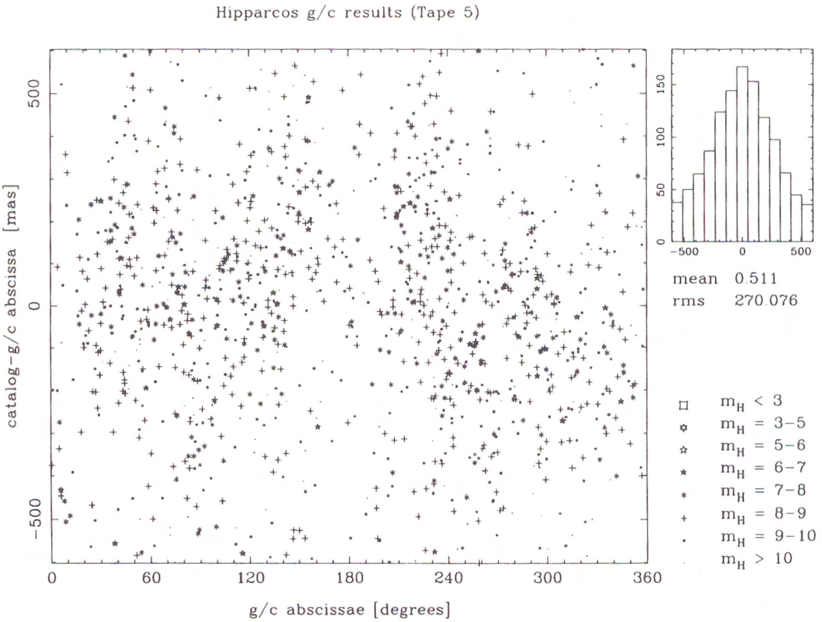
Figuur 7. De niet-nul structuur van een nor-maal matrix na elimi-natie van de stand-onbekenden (onderdriehoek). De instrumentele onbekenden zijn wegge-laten, zodat alleen het ster-deel zichtbaar is. De ster parameters zijn zo gesorteerd dat de fill-in, het aantal nieuwe elementen tijdens Cholesky factorisatie, klein blijft. Het gedeelte in de bovendriehoek onder de getrokken lijn loopt vol.

Nederland heeft met de reductie op cirkels een primeur behaald. Eind december slaagden het Laboratorium voor Ruimteonderzoek te Utrecht en de Faculteit der Geodesie er in als eersten een volledige RGC-set te vereffenen. Hiermee kregen we de beschikking over een volledige set van instrumentele parameters, welke korte tijd later naar de satelliet is overgezonden. Dit resulteerde meteen in een aanzienlijke verbetering van de performance van het meetinstrument. Het berekenen van instrumentele parameters is de eerste keer niet eenvoudig. Vooraf was er nauwelijks inzicht in het gedrag van het meetinstrument. Tot de verrassingen hoorde onder andere een rotatie van het grid van 5': dit komt overeen met meer dan 2 tralie-perioden aan de rand van het tralie. Bedenk hierbij dat Hipparcos fasemetingen doet en het niet precies bekend is bij welke spleet in het tralie de meting hoort. In het begin wemelde het dus van fouten ter grootte van een tralie-periode, hetgeen gecombineerd met de onzekerheid in het instrument, de zaak niet eenvoudiger maakte. Achteraf bleek dat de rotatie tijdens de montage wel geconstateerd was, maar nooit aan de data-reductie consortia was doorgegeven. Bovendien bleek de rotatie van het grid voor beide beeldvelden niet hetzelfde te zijn.
Door de resultaten van de reductie op cirkels te vergelijken met de input catalogus wordt een goede indruk van de fouten die in de bestaande catalogi aanwezig zijn verkregen (figuur 8). Absolute zekerheid over de grootte van de fout is er niet omdat voorlopig alleen de fout in één van de coördinaten, en dan nog modulo een slit-periode, te berekenen is (dit is weer een consequentie van het Hipparcos meetprincipe). In de figuur is dit duidelijk te zien aan de afgeknotte staarten van het histogram.
Inmiddels wordt in Utrecht wekelijks een set van 3-5 cirkels vereffend en zodoende recente instrumentele parameters bepaald. De drift in deze parameters blijkt minder groot te zijn dan verwacht.

Toepassingen van de Hipparcos catalogus

Als alles verder goed gaat en de situatie met de zonnepanelen niet verder verslechtert hebben we over vier jaar de beschikking over een formidabele stercatalogus. Maar wat gaan we daarmee doen? In dit artikel zullen we daar niet verder op ingaan. Voor de vele astronomische toepassingen van Hipparcos verwijs ik naar bijvoorbeeld [Kovalevsky, 1986; Perryman & Guyenne, 1982]. De geodetische aspecten van Hipparcos zijn behandeld in bijvoorbeeld [Groten, 1982; v.d.Marel, 1989; v. Daalen & v.d. Marel, 1986].
Wel wil ik hier even aanstippen het belang van de Hipparcos catalogus als referentiestelsel en als de verbindende schakel tussen de twee verschillende inertiaal systemen. Verder vormt de Hipparcos gegevensverwerking een gigantisch vereffeningsprobleem, welke zelf goed op het geodetische onderzoek

aansluit. Meer informatie hierover is te vinden in [v.d. Marel, 1988, Perryman et al., 1989].



Figuur 8. Eerste Hipparcos resultaten. In de figuur zijn de verschillen in tussen de sterabscissen berekend uit de reductie op cirkels en de Input Catalogus uitgezet.

Referenties

Daalen, D.T. van, H. van der Marel, Geodetic, Geometric and Computational Aspects of Hipparcos. In: Manuscripta Geodaetica (1986), 11, p. 146-166.

Groten, E., Geodetic Applications of Hipparcos Results. In: Perryman and Guyenne, Proc., Strassbourg, ESA SP 177, 1982, p. 71-77.

Kovalevsky, J. The project Hipparcos. In: Manuscripta Geodaetica (1986), 11, p 89-96.

Marel, H. van der, Aardgericht Ruimte-onderzoek [5], ESA's astrometrische satelliet Hipparcos: Theodoliet in de ruimte. NGT Geodesia, p. 237-242, mei 1989.

Perryman, M.A.C., T.D. Guyenne (eds.), The scientific aspects of the Hipparcos space astrometry mission. Proc., Strassbourg, ESA document SP 177, 1982.

Perryman, M.A.C. (ed.), The Hipparcos mission - pre-launch status. Vol III. The data reductions, ESA SP-1111, 1989, 516p.

LANDREGISTRATIE ALS VEREISTE VOOR HET BESCHIKBAAR HEBBEN VAN GROND VOOR DE HUISVESTING VAN DE MINDER-BEDEELDEN IN ONTWIKKELINGSLANDEN

Prof.mr.ir. J.L.G. Henssen

Inleiding

De leefsituatie van een aanzienlijk deel van de wereldbevolking is een onbeschrijflijk probleem. Dit behoeft, zeker na 1987, het VN-Jaar van de Daklozen geen nader betoog. De Verenigde Naties hebben zelfs een aparte organisatie in het leven geroepen om dit probleem aan te pakken, de United Nations Commission for Human Settlements, UNCHS, ook wel bekend als HABITAT.

In de voorbije decennia is, na veel mislukte projecten, het inzicht ontstaan dat de overheid in een ontwikkelingsland veelal niet in staat is om de huisvestingsproblematiek op te lossen door het zonder meer neerzetten van woningen. Wel is gebleken dat, wanneer de overheid de nodige voorwaarden schept, de sloppenbewoners zelf tot activiteiten overgaan om hun eigen woonomgeving te verbeteren.

Tot voor kort beperkten de aandacht en activiteiten op het gebied van verbetering van de stedelijke huisvesting van de minder bedeelden in de ontwikkelingslanden zich uitsluitend tot goedkopere en effectievere bouwtechnieken. Tegenwoordig wint het besef veld, dat een van de hoofdproblemen van deze huisvesting schuilt in het beschikbaar hebben van voldoende grond. Deze grond dient dan wel voorzien te zijn van de minimale infrastructuur, een geschikte lokatie te hebben en voorzien te zijn van een beschermde rechtstoestand. De overheid dient er dus voor te zorgen dat voldoende van deze grond beschikbaar is.

Verwerven van grond

Het spreekt vanzelf dat het voeren van een effectief beleid voor het verwerven van grond een helder en compleet inzicht vereist omtrent de geschiktheid van bepaalde grond voor bewoning. Dit impliceert dat er inzicht moet zijn in de mogelijkheden om ter plaatse de noodzakelijke infrastructuur te realiseren, dus inzicht in mogelijkheden van aansluiting op bestaande basisinfrastructuur, en om toegang tot werklokaties voor de minder bedeelden te creëren (bijvoorbeeld goed openbaar vervoer). Ook omtrent de mogelijkheden om scholen, gezondheidszorg en dergelijke toegankelijk te maken, moet inzicht bestaan.
Als de overheid bepaald heeft welke gronden zij verwerven wil, bijvoorbeeld door koop of onteigening, is het van vitaal belang om te weten met welke rechthebbenden zij te maken krijgt om lange procedures van rechtenonderzoek en mogelijke geschillen te voorkomen. Het spreekt daarnaast vanzelf dat voor het effectief verwerven van grond snelle overdrachtsprocedures nodig zijn. Deze procedures zullen uiteraard ook voor de nodige (rechts)zekerheid voor de rechthebbenden moeten zorgen.
Voor een ontwikkelingsland zou de financiering van het verwerven van grond wel eens zo'n groot probleem kunnen zijn, dat de overheid er zelfs van afziet een huisvestingsbeleid te voeren. Het heffen van een onroerendgoedbelasting kan in deze landen op tweeërlei wijzen uitkomst bieden. Ten eerste kunnen namelijk zo de nodige fondsen bijeengebracht worden om de verworven grond te betalen. Ten tweede kan onroerendgoedbelasting de prijs van de grond drukken, doordat het vasthouden van inproductieve grond voor speculatieve doeleinden ontmoedigd wordt. Op deze manier wordt grond op de markt gebracht die voorheen niet beschikbaar was. Als meer grond op de markt komt zal daardoor de prijs dalen. Dit effect, het verlagen van de grondprijzen door meer grond naar de markt te dringen, kan ook bereikt worden door een plafond vast te stellen voor de hoeveelheid grond die een persoon, familie of corporatie in bezit mag hebben. Overigens kan een onroerendgoedbelasting nog een derde effect hebben, namelijk het leveren van een prikkel om niet ontwikkelde grond alsnog te ontwikkelen, bijvoorbeeld door het zwaar belasten van niet ontwikkelde grond en het verlagen van de belastingdruk naarmate de grond ontwikkeld wordt.

Het beschikbaar stellen van de grond

Een beleid om voor geschikte grond voor het huisvesten van de minderbedeelden te zorgen, kan natuurlijk uit heel wat meer elementen bestaan dan het beschikbaar stellen van vooraf verworven grond. Wie een dergelijk beleid moet ontwikkelen, heeft hiervoor meerdere opties, welke tegelijkertijd toegepast kunnen worden. De belangrijkste hiervan worden thans besproken.

Overheidsgrond beschikbaar stellen

In veel gevallen zullen overheidsorganen al over grote hoeveelheden grond beschikken. Een goede inventarisatie van de grond kan aangeven welke geschikte grond al in het bezit is van de overheid.

Eerst verwerven en dan beschikbaar stellen van grond

In dit geval is een goede planning vooraf noodzakelijk om te voorkomen dat de verworven grond te lang in overheidshanden blijft. Daardoor zou onnodige vertraging ontstaan in het huisvesten van de minder bedeelden. Bovendien zou overheidskapitaal vastgehouden worden dat elders nodig is.

In de meeste landen heeft de overheid de wettelijke bevoegdheid tot onteigening. Aangezien onteigening echter in de regel sterke tegenwerking ondervindt van gevestigde belangen en daardoor zelden snel resultaat heeft, moet de overheid alleen onteigening overwegen als alle andere pogingen om de grond te verwerven mislukt zijn.

Legalisering van de bestaande situatie

Hiervan kunnen verschillende vormen voorkomen. Bijvoorbeeld legalisering van illegale krotten, gebouwd op overheidsgrond, of krotten gebouwd op grond die is "verkregen" door illegale splitsing van percelen, waarbij de rechtszekerheid verloren is gegaan. Als het legaliseren van een bestaande situatie overwogen wordt, moet de overheid zich er wel van bewust zijn dat de volgende te vermijden negatieve bijwerkingen kunnen optreden.

- Wanneer de minder bedeelden eenmaal relatief goedkoop rechtszekerheid hebben verkregen en hun woningen een zekere kwaliteit beginnen te krijgen, kan het zijn dat economisch sterkere groepen geïnteresseerd worden, en door allerlei economische processen de minder bedeelden uit hun woningen dringen. In dat geval zal elders een nieuwe krottenwijk ontstaan.
- Vaak houden de oorspronkelijke illegale krottenbewoners verschillende stukken grond, die zij weer aan anderen verhuren. Legalisering van de bestaande situatie kan dan een ongewenst systeem van huur en verhuur bestendigen.
- Krottenbewoners bouwen vaak op gevaarlijke plaatsen zoals in moerassen, in onstabiele hellingen of op economisch ongeschikte plaatsen. Voor legalisering overwogen wordt dient de geschiktheid van de lokatie zorgvuldig onderzocht te worden.

Het bevorderen van bestaande informele processen

Zowel het overheidsbeleid als de officiële markt voor grond hebben bijna overal gefaald in het voorzien in de behoefte aan betaalbare grond voor de minder bedeelden om in hun woonbehoefte te voorzien. Daardoor hebben zich informele processen ontwikkeld. Vaak betekent informeel overigens illegaal. Voor de minder bedeelden hebben deze informele processen beduidend efficiënter

gewerkt dan het overheidsbeleid. Tegenwoordig komen zij minder voor door een sterke commercialisering van de grondmarkt. De overheid zou het beschikbaar komen van grond voor de huisvesting van de minder bedeelden kunnen ondersteunen door zulke informele processen te legaliseren en daarbij te zorgen voor snelle en goedkope overdrachtsprocedures.

Ruilverkaveling

Door ruilverkaveling van een gebied met versnipperd grondbezit kan eveneens grond beschikbaar komen voor het huisvesten van de minder bedeelden.

Landregistratie

Het voorafgaande impliceert dat een effectief beleid voor het beschikbaar maken van grond voor het huisvesten van de minder bedeelden mede afhangt van een efficiënt systeem van registratie van de grond.
Naast het creëren van de eerder besproken mogelijkheden voor een beleid voor het huisvesten van de minder bedeelden biedt een systeem van land registratie nog bijkomende voordelen, zoals:
- een basis voor een controlemechanisme om te voorkomen dat de bevoorrechten en de hogere inkomensgroepen profiteren van faciliteiten die bedoeld zijn voor de minder bedeelden, waardoor de positie van de minder bedeelden nog meer verslechtert (subsidies of goedkope kredieten voor aannemers en projectontwikkelaars kunnen bijvoorbeeld gemakkelijk leiden tot een explosieve toename van grondprijzen);
- het aantrekken van particuliere besparingen en bankkapitaal naar de huisvesting voor de minder bedeelden door het verschaffen van rechtszekerheid (de mogelijkheid van hypotheken voor de verbetering van woningen);
- vermindering van het aantal gedingen, waardoor ook overheidsgelden bespaard worden;
- het besparen van overheidsgelden, doordat het meerdere keren uitvoeren van dezelfde werkzaamheden voorkomen wordt. De basisgegevens voor diverse overheidsactiviteiten kunnen namelijk in één systeem verzameld en opgeslagen worden. Dit voorkomt dat verschillende organen steeds weer opnieuw dezelfde gegevens gaan verzamelen.

Startproblemen

Een effectief beleid op het gebied van grond en huisvesting is vrijwel zeker onmogelijk zonder een effectief en adequaat systeem van land registratie. Toch wordt de gedachte om een dergelijk systeem in te voeren, of het bestaande maar niet functionerende systeem te verbeteren, soms niet erg enthousiast verwelkomd in ontwikkelingslanden. Daarvoor zijn de volgende oorzaken aan te wijzen.

- De autoriteiten kunnen afgeschrikt worden door de betrekkelijk hoge kosten van een dergelijk systeem, waarbij komt dat een land registratie systeem niet onmiddellijk zichtbare en kwantificeerbare resultaten oplevert.
- Vaak worden ook bezwaren gemaakt van de kant van de bevolking. Bepaalde etnische groeperingen of stammen kunnen vrezen dat land registratie leidt tot afschaffing van hun gewoonterecht. Hoewel het juist is dat invoering van een dergelijk systeem nieuwe wetgeving vereist zal die wetgeving niet noodzakelijk het bestaande gewoonterecht, of de subjectieve rechten die daaruit voortvloeien, veranderen.
- In een aantal gevallen proberen machtige personen of families invoering van een systeem van land registratie te voorkomen. Zij geven er, om duidelijke redenen, de voorkeur aan dat de rechthebbenden op de grond anoniem blijven.

Wet- en regelgeving

Een effectief land registratie systeem vereist heldere wet- en regelgeving, die bindend is voor alle betrokken partijen, ook voor de overheid en al haar functionarissen die voor het systeem verantwoordelijk zijn. Bestaande wet- en regelgeving voldoen zelden aan dit vereiste. Daarom dient, nadat eerst is vastgesteld welke regels al gelden op dit gebied, een geschikt stelsel van wet- en regelgeving aangenomen te worden. Dit stelsel dient tenminste aan te geven:
- dat er een systeem van land registratie is;
- wat dit systeem inhoudt;
- bij wie de zorg en de verantwoordelijkheid voor het systeem berust;
- wanneer, waar en hoe het systeem is of zal worden opgebouwd, alsmede welke voorzieningen er zijn voor beroepsprocedures;
- wat de juridische waarde is van specifieke gegevens die in het systeem opgeslagen zijn;
- hoe en wanneer het systeem bijgehouden dient te worden.

Bijhouding

Ieder systeem van land registratie zal spoedig zijn waarde verliezen als het niet bijgehouden wordt. Daarom moet de bijhouding van het systeem verzekerd worden door regelgeving die geldt voor het overheidsorgaan dat verantwoordelijk is voor het systeem, alsmede door de burger bindende wettelijke voorschriften, die ervoor zorgen dat relevante veranderingen in de gegevens die het systeem bevat ter kennis komen van de desbetreffende autoriteiten.
Hoogontwikkelde geautomatiseerde systemen zullen aanvankelijk niet ingevoerd kunnen worden in ontwikkelingslanden in verband met kosten, werkgelegenheidsbeleid, opleidingseisen, de noodzakelijke structuur van het systeem en dergelijke. De dag zal echter komen dat de toenemende vraag naar informatie, het stijgende opleidingspeil in het land en de toegenomen overheidsmiddelen een evenwicht zullen bereiken met de afnemende kosten en

toenemende gebruikersvriendelijkheid van hoogontwikkelde geautomatiseerde systemen. Het is belangrijk dat het, aanvankelijk waarschijnlijk handmatig bij te houden, systeem zo ontworpen wordt dat toekomstige automatisering soepel kan verlopen.

Organisatie

In ontwikkelingslanden hangt het succes van opbouw en bijhouding van een land registratie systeem af van adequate informatie, van voldoende personen met een adequaat opleidingsniveau en van de organisatie. Het kan zijn dat er al een instituut of organisatie bestaat, dat belast is met enkele taken welke in verband gebracht worden met land registratie. Het kan ook zijn dat meerdere organisaties bestaan welke verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van specifieke taken of registraties. Mogelijk bestaat er dan ook nog, openlijk of bedekt, rivaliteit. Naast verspillend is een dergelijke versnippering van activiteiten in het algemeen ook contra-productief. Als het toch nodig is om verschillende organen te handhaven, dan dienen helder gedefinieerde coördinatiekanalen ingevoerd en gehandhaafd te worden. Er dient bij voorkeur één orgaan bevoegd te zijn voor de algehele coördinatie.
In ontwikkelingslanden bestaat veelal een gebrek aan ervaring in het hanteren van een systeem van land registratie. Er moeten derhalve stimulerende activiteiten geïnitieerd worden voor communicatie met diverse (overheids)instellingen en het vormen en opleiden van mensen. Het verdient aanbeveling om een klein aantal deskundigen (enkele jongere functionarissen) aan te stellen die een "motorfunctie" dienen te hebben om te stimuleren, te communiceren en op te leiden.

Opleiding en informatie

Opleiden, vormen en informeren zijn zeer belangrijk om de land registratie te laten slagen. Een geschikt programma zou er als volgt uit kunnen zien:

1. De desbetreffende beleidsmakers worden kort en intensief geïnformeerd over fundamentele aspecten, zoals de voordelen van land registratie, juridische, financiële, sociale en organisatorische aspecten alsmede over de tijd waarop invoering voor een land registratie opportuun is.
2. Leidinggevende, administratieve en technische functionarissen wordt inzicht gegeven in de materie door in het buitenland operationele systemen te bestuderen teneinde vertrouwd te raken met procedures en technieken welke, toegesneden op de omstandigheden in hun eigen gebied, toegepast kunnen worden.
3. Het middenkader krijgt een relevante opleiding, periodiek gevolgd door seminars om op de hoogte te blijven van moderne ontwikkelingen op hun specifieke vakgebied.
4. Het grote publiek wordt, via de massa-media en door openbare informatie-

bijeenkomsten, geïnformeerd over het doel van land registratie. Deze informatie biedt ook de kans om bijvoorbeeld het verband uit te leggen tussen land registratie en rechten op grond van gewoonterecht.

Door gebrek aan communicatie wordt de enorme hoeveelheid bestaande ervaring met land registratie niet adequaat gebruikt.

Het zou derhalve aan te bevelen zijn als de internationale gemeenschap bijvoorbeeld

- systematische en kritisch studies van de bestaande kennis zou kunnen bevorderen om mogelijk specifieke vragen te beantwoorden en
- adequate verspreiding van kennis zou kunnen bevorderen door speciale publicaties, seminars of op andere manieren.

Opbouw

Een land registratie systeem moet toegesneden zijn op de specifieke behoeften van en omstandigheden in een land. Voor een ontwikkelingsland zou het systeem zo eenvoudig mogelijk moeten zijn. Voor een eenvoudig land registratie systeem dienen zich de volgende punten aan:

a. Beslis welk overheidsorgaan verantwoordelijk is. Aangezien land registratie van algemeen belang is, zou dit een centraal overheidsorgaan moeten zijn.
b. Benoem een kleine groep deskundigen (bijvoorbeeld jongere functionarissen), die greep kunnen houden op het hele systeem. Deze deskundigen hebben een "motorfunctie": het stimuleren van activiteiten, communiceren met andere betrokken organen en personen, en het organiseren van on-the-job-training.
c. Breng de andere overheidsorganen in kaart die belang hebben bij land registratie en verzeker samenwerking, waarbij competitie en dubbel uitvoeren van werkzaamheden moet worden vermeden.
d. Stel vanaf het begin vast voor welk(e) doel(en) het systeem zal dienen. De vereiste omvang en nauwkeurigheid van meetgegevens is een evenwicht tussen geld en tijd enerzijds en de eisen van de doelstelling(en) van het systeem anderzijds.
e. Stel vast welke van de nodige gegevens al beschikbaar zijn bij enig ander overheidsorgaan. Indien zulke gegevens gevonden worden: verzamel en voeg samen.
f. Houd het publiek op de hoogte omtrent het doel van land registratie, teneinde de medewerking van de mensen te krijgen. Dit is een vereiste voor een geslaagde operatie. Plaatselijke commissies van burgers zullen hierbij zeer succesvol blijken.
g. Zet deugdelijke wet- en regelgeving op. Het belang van een land registratie vereist een degelijke juridische grondslag. Zorg er voor dat dit past in de bestaande wet- en regelgeving. Nieuwe wet- en regelgeving dient eenvoudig te zijn, in het bijzonder ten aanzien van procedures. Dit zal uniformiteit en bijhouding gemakkelijker maken. Mogelijke veranderingen in de rechtstoestand

van een perceel zouden helder gedefinieerd en gereguleerd moeten worden. Beroepsprocedures zouden kort en eenvoudig moeten zijn, bijvoorbeeld door toepassing van lekenrechtspraak.

h. Ontwerp eenvoudige methodes voor het verzamelen van gegevens, waarbij de mensen betrokken worden. Aangezien hun medewerking essentieel is voor een geslaagde opbouw en bijhouding van een land registratie systeem zou de toegang tot het systeem gemakkelijk moeten zijn, zonder bureaucratie.

i. Maak het raadplegen van het systeem voor eenieder mogelijk, of tenminste voor eenieder die daar een gerechtvaardigd belang bij heeft.

j. Als basiselementen zouden de registers gegevens moeten bevatten met betrekking tot rechthebbende, perceelsaanduiding, hypotheek, oppervlakte, ligging, opstallen, geschatte waarde, fiscale gegevens en beperkingen op rechten. De corresponderende kaarten zouden op zijn minst de perceelsgrenzen, de perceelsaanduiding, enige harde topografie en mogelijk andere belangrijke topografische elementen moeten afbeelden.

k. De gegevens in het register zouden zodanig gerangschikt moeten worden dat zij gemakkelijk gebruikt kunnen worden voor de controle op het gebruik van de grond, verdeling van de grond, statistieken, identificatie van particuliere en staatsgronden, het classificeren van grond beschikbaar voor huisvesting, alsmede voor planning en belastingdoeleinden.

l. De kaarten zouden zodanig ontworpen moeten worden, dat zij ook gebruikt kunnen worden om kabels, pijpleidingen en andere infrastructurele objecten weer te geven.

m. Technieken van kaarteren en registreren dienen zo eenvoudig gehouden te worden als het doel van de land registratie toelaat.

n. Een betrouwbaar geodetisch net van vaste punten is essentieel om in de toekomst hogere eisen te kunnen stellen aan en toevoegingen aan te brengen in het systeem van kaarteren.

o. Waar enigszins mogelijk, zouden luchtfoto's gebruikt moeten worden voor kaartering. Soms zijn grootschalige luchtfoto's al beschikbaar. Fotokaarten of lijnenkaarten kunnen van vergrote en/of ontschrankte luchtfoto's gemaakt worden.

p. Gegevens met betrekking tot de rechtstoestand zouden al beschikbaar kunnen zijn. Zo niet dan dient de rechtstoestand vastgesteld te worden, waarbij alle belanghebbende partijen de gelegenheid moeten krijgen hun belangen te beschermen.

q. Beleidsmakers, functionarissen, administratief personeel op hoog en laag niveau alsmede de bevolking moeten op de hoogte gebracht en gehouden worden om een geslaagde operatie te verzekeren.

r. Het dient in gedachten gehouden te worden dat, hoewel de kosten van een land registratie systeem hoog kunnen zijn, deze kosten op lange termijn meer dan gecompenseerd worden, aangezien land registratie een vereiste is voor een

scala van sociale, economische en politieke activiteiten.

Slotopmerkingen

Het huisvesten van de minder bedeelden is een kwestie van beleid en van het accepteren van het feit dat een overheidsbeleid gericht moet zijn op het beschikbaar maken van grond voor de huisvesting van de minder bedeelden. Land registratie is een vereiste voor een dergelijk beleid en derhalve voor huisvesting van de minder bedeelden. Conform de aanbevelingen van het VN Seminar van Deskundigen inzake Grond voor de Huisvesting van de minder bedeelden (Tällberg, Zweden, 1983):

a. zouden regeringen voor eenieder begrijpelijke wetten en regels moeten geven met betrekking tot land registratie, welke voorziet in een opbouw van een systeem, bijhouding en verbetering;
b. zouden regeringen een meerdoelen land registratie systeem moeten opbouwen, geschikt om aangepast te worden aan toekomstige omstandigheden
c. zou, om schaarse middelen te sparen, het land registratie systeem ingevoerd moeten worden in gebieden met behoeften van hoge prioriteit, met gebruikmaking van "low-technology" methodieken;
d. zou de opbouw van een registratie systeem van onroerend goed vergezeld moeten gaan van de bevoegdheid om kennisgeving van transacties met onroerend goed af te dwingen en om certificaten van rechten af te geven;
e. zouden regeringen een wijd begrip moeten bevorderen voor de betekenis van land registratie systemen.

Literatuur

- Rapport van het UN Seminar of Experts on LAND FOR HOUSING THE POOR, Tällberg, Zweden, 1983
- The International Year of Shelter for the Homeless, folder van het United Nations Centre for Human Settlements (HABITAT)

VERSCHUIVENDE TEGELS

Dr.ir. B.H.W. van Gelder

Op een lenteavond in 1985 laat ik mijn hond uit. Het is even voor elven. Het ptt-renootje komt al de hoek om pruttelen. Weer net op tijd laat ik mijn girootje in de bus glijden. Opgelucht loop ik verder. De stemming waarin ik verkeer heeft eigenlijk niks met de stiptheid van de ptt te maken. Na zeven jaar is me duidelijk geworden dat de brievenbus in onze buurt blijkbaar de eerste op de route is. Ik heb vanavond de laatste woorden voor de Snellius '80-'85 bijdrage op papier gewrongen. Bij het park aangekomen geef ik een balorige schop tegen een trottoirtegel. Zou gemeentewerken het merken dat hij vijf centimeter verschoven is? Als hij deel uitmaakte van een rij in het gelid gelegde tegels, dan wel. Maar deze los bij de sloot liggende tegel, daar kraait geen haan naar. Toch, schat ik die avond, zal ik mij de komende vijf à tien jaar met dit vraagstuk bezighouden. Over de hele wereld, maar vooral in Zuid-Europa, hebben we een zootje uit de kluiten gewassen trottoirtegels rondgestrooid. Moeder Aarde zal er ook op lenteavonden ongetwijfeld tegenaan schoppen. Een diepere wetenschappelijke vraagstelling dan

"En kijken of we dàt nu merken"

wil mij die avond niet te binnen schieten. Ik vind het altijd leuk om de meest zwaarwichtige verhandeling tot de eenvoudigst mogelijke vraagstelling te versimplificeren. Maar nu merk ik dat deze vereenvoudiging mijn stemming begint te bederven, het heeft zelfs iets deprimerends in zich.

Lente 1990. Ik herlees mijn Snellius '80-'85 bijdrage. Dat het licht meer en meer de huiskamers gaat binnendringen, is in ieder geval voor mijn huiskamer uitgekomen. De laatste vijf jaar heb ik nauwelijks meer een grammofoonplaat aan mijn verzameling toegevoegd, terwijl ik toch menige girobetaal-

kaart uitschreef in de "free" record shop. Van het voor 1986 geplande meetschema van de Modular Transportable Laser Ranging Systems MTLRS1 en MTLRS2 en de Amerikaanse TLRS1 is veel minder uitgekomen. De meetcyclus voor het Middellandsezeegebied '86-'88-'90-... is op deze manier niet gerealiseerd. Evenmin hebben onze lasers Egypte, Jordanië en Tunesië bezocht. Ik kan blijkbaar de toepassingen van lasers in de consumentenmaatschappij beter voorspellen dan in mijn eigen vakgebied. De lezer zou haast denken dat het schrijven van Snellius lustrumboek bijdragen tot chronische neerslachtigheid leidt, bij deze schrijver althans.

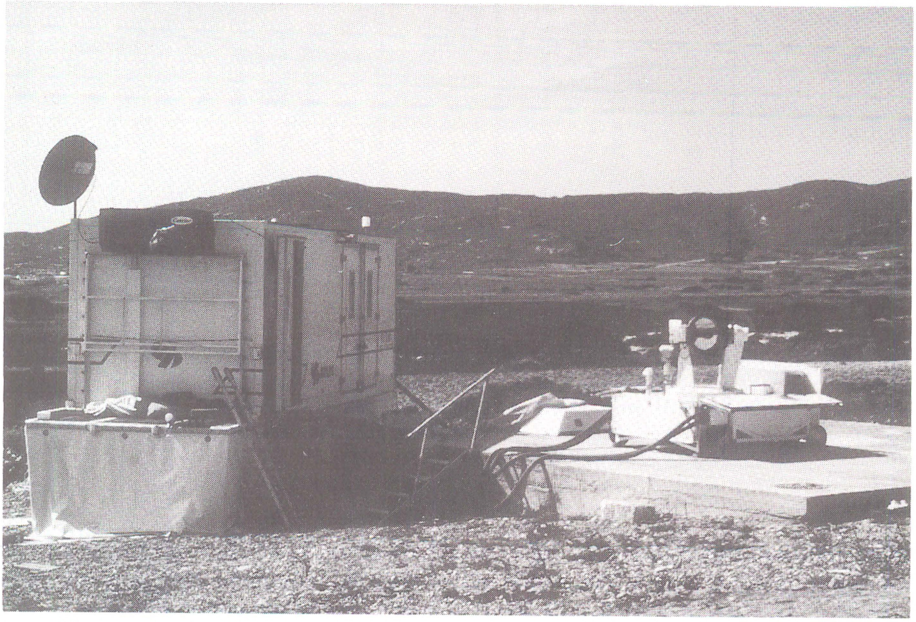
Niets is minder waar! Ik realiseer mij dat ik een bijdrage moet leveren voor blok twee "De laatste vijf jaar". Niet vooruitzien maar terugblikken geblazen!

De afgelopen vijf jaren kenmerken zich door intensieve meetcampagnes in en buiten het Middellandsezeegebied. Het liep wat anders dan we dachten in de lente van 1985.

In 1985 proberen we intensief het gloednieuwe lasermeetsysteem in onze vingers te krijgen, maar eind augustus begint MTLRS2 aan een lange reis. Allereerst wordt op uitnodiging van de Eidgenossische Technische Hochschule (ETH) in Zürich de 1701 meter hoge Monte Generoso beklommen. Een dubbel experiment wordt uitgevoerd: niet alleen wordt de 160 km lange basislijn tussen Monte Generoso en Zimmerwald, waar een stationaire opgestelde laser zich bevindt, met satelliet laserafstandmeting bepaald maar ook met behulp van terrestrische laserafstandmeting. Het is namelijk mogelijk op Jungfraujoch een laserreflectorpakket op te stellen dat zowel vanuit Zimmerwald als Monte Generoso zichtbaar is. Uit analyse van juist de terrestrische metingen van MTLRS2 naar Jungfraujoch blijkt dat het zuidelijk deel van het Zwitserse eerste orde netwerk een fout van ongeveer één meter bevat: in noord-zuid richting gezien is Zwitserland één meter groter dan de klassieke geodetische metingen tot dan aangaven. Op een conferentie stel ik aan de Zwitsers voor deze ene meter Zwitserlandbreed tapijt aan mij in de buurt van een bergmeertje ter beschikking te stellen. Helaas.

Na metingen in Punta sa Menta bij Cagliari op Sardinië begeeft MTLRS2 zich naar Matera in Zuid-Italië, alwaar zij tezamen met MTLRS1 in de eerste drie maanden van 1986 een intensieve calibratie campagne uitvoert. Naast elkaar opgesteld blijken de verschillen tussen de afstanden gemeten naar de satelliet LAGEOS door MTLRS1 en MTLRS2 niet meer dan 7 mm te bedragen! Gezien de hoogte van LAGEOS hebben we te maken met afstanden die tussen de 6000 en 8500 km variëren.

De upgrade van de Amerikaanse TLRS1 duurt langer dan een ieder verwachtte. Zelfs zo lang dat TLRS1 niet meedoet met de geplande campagne in 1986. MTLRS1, de mobiele laser die aan het Institut für Angewandte Geodäsie te Frankfurt werd geleverd, tezamen met MTLRS2, die de Faculteit der Geodesie zelf behield, meten daardoor in 1986 een beperkt net in Italië en Griekenland.

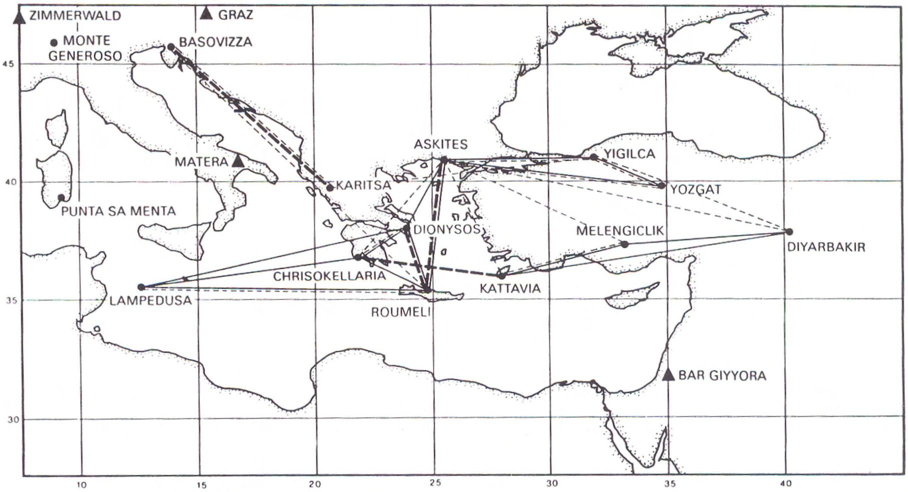


MTLRS2 opgesteld op zijn betonnen "tegel" in ...

Besloten wordt om de enigszins verloren tijd weer in te halen door het meetschema van 1988 en 1990 te verschuiven naar 1987 en 1989 en aldus geschiedt.

De satellietgeodeten hebben nu een gigantische dataset tot hun beschikking gekregen om een begin te maken met de toetsing van welke (lokale) aardkorstdeformatietheorie dan ook. Het laser netwerk zal de grote lijnen van eventuele deformaties aangeven. Tevens zal zij als kapstok dienen waaraan GPS zijn verdichtingsmetingen in dit soort gebieden kan ophangen.

De metingen van 1989 hebben nu hun eerste voorbewerkingen ondergaan. We staan aan de vooravond van de intensieve analyse van de 1989 meetcampagne, die goed beschouwd de eerste volledige herhalingsmeting van het Middellandsezeenetwerk vormt.



Het inmiddels driemaal gemeten SLR netwerk in het Middellandsezeegebied.

------	De in 1986 gelijktijdig door mobiele lasers gemeten basislijnen
———	De in 1987 gelijktijdig door mobiele lasers gemeten basislijnen
---------	De in 1989 gelijktijdig door mobiele lasers gemeten basislijnen
▲	Permanente SLR observatoria

Alhoewel het mogelijk is een tipje van de sluier op te lichten op grond van de metingen gedaan in 1986 en 1987, wil ik toch nog wachten tot later met een uitspraak omtrent de verschuivende tegels in het Middellandsezeegebied.

We houden U op de hoogte!

HASKONING
Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

Berg en Dalseweg 61-81
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
Telefoon (080) 228015
Telefax (080) 239346

Veelzijdig/wereldwijd

HASKONING is een multidisciplinair ingenieurs- en architectenbureau dat adviseert in opdracht van het bedrijfsleven en de overheid.
Wij doen dat al meer dan honderd jaar op gebieden zoals:

- **BOUW**
- **MILIEU**
- **INFRASTRUCTUUR EN PLANOLOGIE**
- **HUMAN SETTLEMENTS DEVELOPMENT**
- **LAND AND WATER DEVELOPMENT**

INFRASTRUCTUUR EN PLANOLOGIE

Civiele techniek
- Rioleringen
- Rioolgemalen en persleidingen
- Stedelijke waterbeheersing
- Wegen en kunstwerken
- Stedelijke infrastructuur
- Bouwrijpmaken terreinen
- Bedrijfsterreinen
- Beheersystemen, onderhoudsplannen
- Automatiseringsadviezen

Verkeer en vervoer
- Verkeersonderzoek
- Prognoses
- Verkeersregelingen
- Verkeersonveiligheid
- Herinrichting verkeersruimte
- Parkeren
- Layout bedrijfsterreinen
- Vervoersstudies

Geluid
- Lawaaibeheersing (industrie, weg, rail

luchtverkeer
- Trillingstechniek
- Bouwphysica
- Arbeidsplaatsomstandigheden

Planontwikkeling
- Ruimtelijke ordening
- Stedebouw
- Stadsvernieuwing
- Stedelijk beheer
- Recreatieprojecten
- Locatie-onderzoeken
- Bestemmingsplannen
- Inrichtingsplannen
- Exploitatierekeningen

Waterbouwkunde
Waterhuishouding
- Kwantiteits- en kwaliteitsmodellen
- Automatisering beheer en onderhoud
- Meetnetten
- Grond- en baggerwerken
- Waterkeringen
- Kunstwerken
- Inrichting goederenoverslag en -distributie
- Zee-, rivier- en industriehavens
- Logistiek

GEODESIE EN VASTGOEDBEHEER
- Kaartering
- Situatiemetingen
- Hoogtemetingen
- Deformatiemetingen
- Uitzetten
- Matenplannen
- Digitaliseren
- Converteren
- Leidingenregistratie
- Vastgoedinformatie
- Systeemontwikkeling en automatisering
- Programmatuurontwikkeling

Lid
ONRI

Regionale vestigingen te Amsterdam, Rotterdam, Goes, Steenwijk, Wijnandsrade

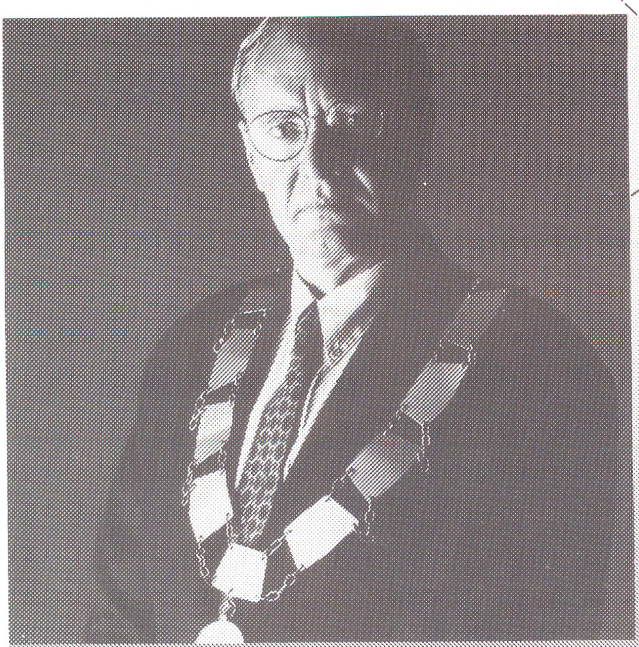
De ruimte die zij straks nodig heeft brengen wij nu in kaart.

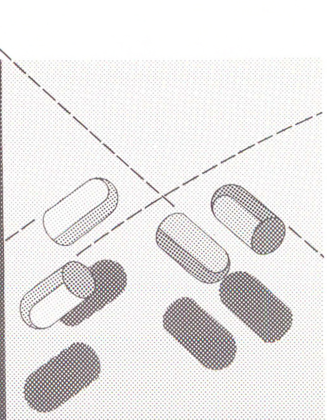
Meten is weten. Vandaar dat steeds meer opdrachtgevers de weg naar Bravenboer & Scheers weten te vinden. Zij zijn dan verzekerd van ervaren en gemotiveerde vakmensen die hun vak snel, nauwkeurig en uiterst efficiënt uitoefenen.
Bravenboer & Scheers werkt met geavanceerde apparatuur zowel op het land als op het water.
De verwerking van de verkregen gegevens gebeurt door het door onze informatica-groep ontwikkelde CartoCAD systeem. Eigen meetboten beschikken over volledig geautomatiseerde apparatuur voor plaatsbepaling en dieptemeting.
Ons werkterrein is breed. Maatvoering, controlemetingen, plaatsbepaling en vervaardiging van digitale bestanden voeren wij uit voor overheid, industrie, nutsbedrijven en aannemers. Hebt u interesse, neem dan contact op met een van de onderstaande adressen.

Bravenboer & Scheers, Terneuzen.
Telefoon 01150 - 87000.
Almere-Stad, tel.: 03240 - 37700.
Brielle, tel.: 01810 - 13122.
Middelburg, tel.: 01180 - 15555.
Roosendaal, tel.: 01650 - 45650.
Spijkenisse, tel.: 01880 - 21200.
Zelzate (België), tel.: 09-32-91-457067.

Bravenboer & Scheers
in lijn met de toekomst

Bravenboer & Scheers





Beslissingen over infra-structurele maatregelen kan hij snel en gefundeerd nemen.

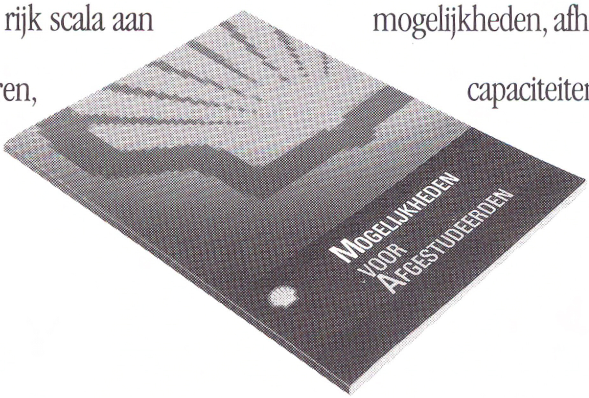
Het beheer van topografische gegevens is door de komst van de computer radicaal veranderd. Bravenboer & Scheers heeft een totaalsysteem ontwikkeld voor het beheer van de infrastructuur.
Het complete pakket is opgebouwd uit gespecialiseerde modules die afzonderlijk zijn te gebruiken.
Zo kunt u alleen de kaartvervaardigingsmodule of het groenpakket aanschaffen. Echter, het systeem kan naadloos worden uitgebreid en gecompleteerd. Of het nu gaat om wegbeheer, rioolbeheer, leidingnetregistratie of het beheer van vastgoed, met het CartoCAD-PC-INFOSYSTEEM is het veranderen, invoeren of opvragen van informatie eenvoudig en altijd up-to-date. Uiteraard verzorgt Bravenboer & Scheers de opleiding van uw medewerk(st)ers en geeft u alle support zodat u direct en zonder problemen aan de slag kunt. Bravenboer & Scheers. Ontwerpers en gebruikers van software. Heeft u interesse, neem dan contact op met een van de onderstaande adressen.

Bravenboer & Scheers, Terneuzen.
Telefoon 01150- 87000.
Almere-Stad, tel.: 03240 - 37700.
Brielle, tel.: 01810 - 13122.
Middelburg, tel.: 01180 - 15555.
Roosendaal, tel.: 01650 - 45650.
Spijkenisse, tel.: 01880 - 21200.
Zelzate (België), tel.: 09-32-91-457067.

Bravenboer & Scheers
In lijn met de toekomst

Bravenboer & Scheers

Dit boekje is voor alle afgestudeerden en zij die dat bijna zijn. In onze filosofie wordt loopbaanontwikkeling beschouwd als een heel persoonlijke aangelegenheid. Dus houden we rekening met mensen en hun interesses. Er is een rijk scala aan mogelijkheden, afhankelijk van je voorkeuren, capaciteiten en opleiding.



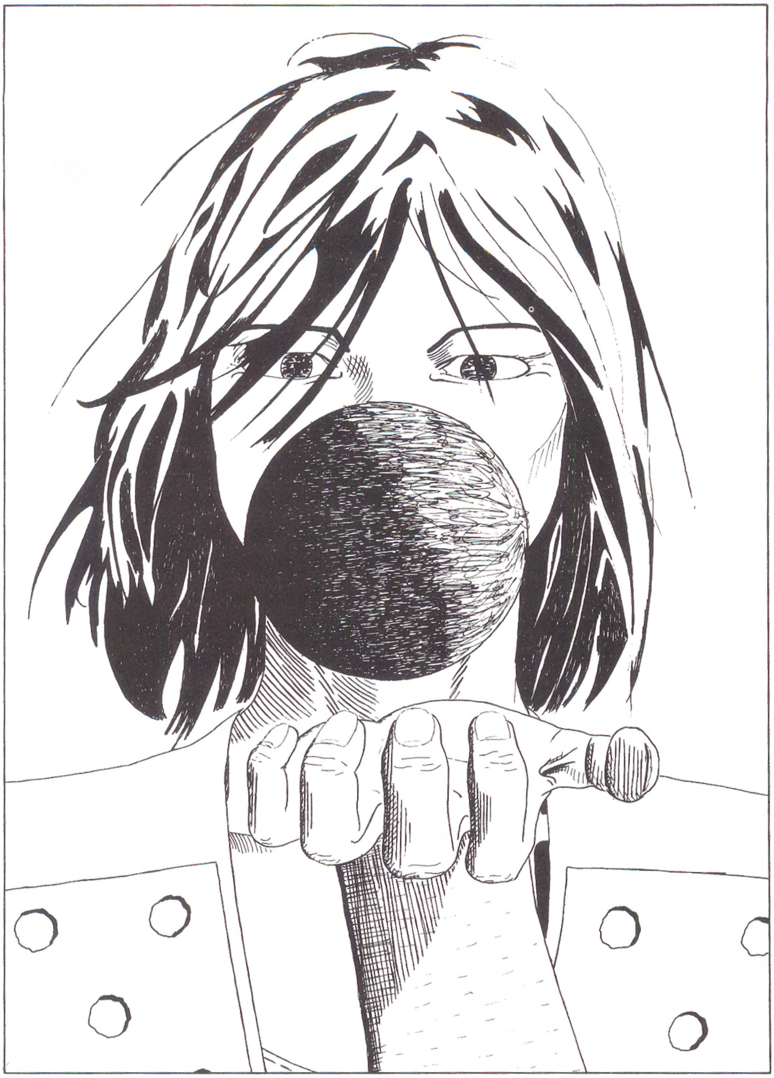
Wat moet je gestudeerd hebben om dit boekje aan te vragen?

Shell biedt je niet alleen een baan, maar ook kansen op een carrière, waar je overigens zelf in belangrijke mate invloed op kunt uitoefenen.

Geïnteresseerd? Vraag dan eens het boekje "mogelijkheden voor afgestudeerden" aan bij: Mw. H. Goedhart. Shell Internationale Petroleum Maatschappij (afd. HREH/14), Postbus 162, 2501 AN Den Haag.

(uitsluitend per briefkaart reageren)

Bij Shell kun je laten zien wie je bent.



OVER HET GLOBAL POSITIONING SYSTEM

GPS OP AFSTAND BEKEKEN

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen

Het toekomstige NAVSTAR/GPS systeem, dat naar verwachting rond 1992 operationeel zal zijn, zal tot ingrijpende veranderingen leiden op het gebied van de geodetische puntsbepaling. Voor navigatie toepassingen voorziet het systeem via de looptijdmetingen in de mogelijkheid van wereldwijde, continue, snelle drie-dimensionale enkelpuntsbepaling van hoge precisie, 20 m of beter. Voor landmeetkundige toepassingen voorziet het systeem, via de fasemetingsmethode met meer ontvangers, in de mogelijkheid van relatieve puntsbepaling met een precisie in de orde van 10^{-6} of beter. Hierbij komt de min of meer scherpe scheiding tussen situatie en hoogte, gebruikelijk in de traditionele geodesie, te vervallen en behoren de hiermee gepaard gaande tijdvergende verkenningen tot het verleden.

Dit is samengevat, de strekking van veel inleidende artikelen over GPS*. GPS lijkt dus hèt puntsbepalingssysteem van de jaren '90 te worden, met ongekende mogelijkheden voor zowel stationaire als kinematische toepassingen. Bij het bereiken van de globale en continue 2D- en 3D-puntsbepalingscapaciteit, in de eerste helft van respectievelijk 1991 en 1992, kan GPS op operationele basis in

---

*Een helder overzicht van principes en configuratie van het GPS-systeem vindt u in de inleidende tekstboeken:
- GPS: Navigatie en Geodetische puntsbepaling met het Global Positioning System, F.J.J. Brouwer et al., DUP 1989.
- Guide to GPS Potioning, D.E. Wells (ed.), Canadian Associates, 1986.
- Surveying with GPS, R.W. King et al., School of Surveying, University of New South Wales, Australia.

de puntsbepaling worden ingevoerd. Tabel 1 geeft een overzicht van enkele stationaire en kinematische toepassingen (met een ruwe afschatting van de precisie-eisen) die dan binnen handbereik komen. Een vijftal van deze toepassingen wordt in dit lustrumboek nader besproken. Zo gaat *ir. D. Boswinkel* in op de mogelijkheden die het GPS-systeem biedt voor de pas-puntbesparing in de luchtfotogrammetrie. Het belangrijke concept van de "Differentiële GPS" en de mogelijkheden die dit concept biedt voor toepassingen op zee, wordt besproken door *ir. P. Sluiter*. De toepassing van GPS in de autonavigatie en de daarmee gepaard gaande problemen in met name een stedelijke omgeving, wordt behandeld door *prof.dr.ir. D. van Willigen*. De laatste twee bijdragen richten zich op het m.b.v. GPS bepalen van verticale en horizontale deformaties. *dr.ir. F.J.J. Brouwer* bespreekt naast de oorzaken en gevolgen van de zeespiegelrijzing, de toepassing van GPS voor het monitoren van de stand van de zeespiegel. *ir. G.J. Husti* gaat tenslotte in op de planningsprocedure van GPS-projecten en bespreekt kort het door de faculteit der Geodesie in 1987 in Griekenland uitgevoerde GPS-project ter bepaling van de lokale stabiliteit van laserstations.

L A N D	S E A	A I R
• Geodynamics (plate tectonics, sealevel rise; 0.01 - 0.1 ppm over intercontinental distances)	• Hydrographic surveying (0.1 - 10 m)	• Aero-triangulation (depending on mapping scale: submetre to several meters)
• Continental 3D reference frame (0.1 - 1 ppm)	• Marine 3D seismic surveys (1 - 5 m)	• Airborne laserprofiling (hor.: 1 - 10 m, vert.: 0.5 - 1 m)
• National hor. and vert. control networks. (1 - 10 ppm)	• Marine gravity surveys (< 10 cm/s for Eötvös correction < 1 mgal)	• Airborne gravimetry (hor.: 50 m, vert.: 2 m, vel.: 10 cm/s)
• Surface and platform subsidence monitoring (1 ppm)	• Navigation in coastal area (50 - 100 m)	• Airborne laser bathymetry (hor.: 15 m)
• Large scale topography (10 - 100 ppm)	• Navigation in open waters (1 - several km)	• Airtransport terminal approach (hor.: 0.1 - 0.5 km)
• Land navigation (10 - 50 m)		• Airtransport terminal area (hor.: 0.5 - 1 km)
		• Airtransport en route (1 - several km)

tabel 1

Met de ongekende mogelijkheden van GPS voor zowel stationaire als kinematische toepassingen in het verschiet, is het niet ver wonderlijk dat in menig onderzoeksinstituut, waaronder het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek (LGR) van de faculteit der Geodesie, koortsachtig gewerkt wordt aan de verdere modelontwikkeling voor het GPS-systeem. Op het gebied van de theorievorming met haar essentiële praktische invulling hebben we echter nog een lange weg te gaan; adequate en theoretisch onderbouwde verkenningsregels ontbreken nog, de ontwikkeling van een referentiekader voor de verwerking en aansluiting van GPS-metingen staat nog in de kinderschoenen, en een op GPS toegesneden toetsingstheorie kan nog niet systematisch toegepast worden vanwege het gammele kansmodel en het gebrek aan inzicht in de te kiezen verzameling van alternatieve hypothesen. Behandeling van deze onderzoeksthema's, welke deel uitmaken van het 3D-puntsbepalingsonderzoek van het LGR, vergt uiteraard meer ruimte dan mij voor deze lustrumbijdrage is toegewezen. Ik zal me daarom beperken tot een inleidende en elementaire discussie van een aantal in de GPS-literatuur gepropageerde *vereffeningsconcepten.*

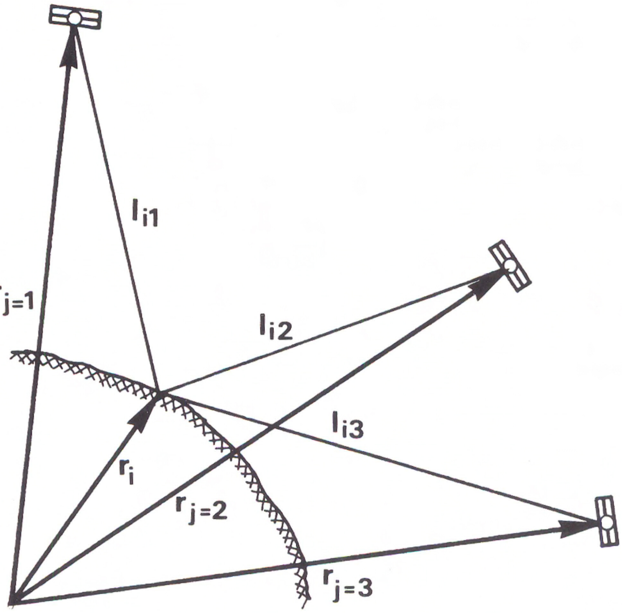
Afstandmeting

De enkelpuntsbepaling met behulp van GPS is gebaseerd op looptijdmeting van de door de GPS-satellieten uitgezonden signalen. In de GPS-ontvanger wordt, op ingenieuze wijze, de tijd τ gemeten die het GPS-signaal nodig heeft om de afstand satelliet - ontvanger te overbruggen. Onder ideale omstandigheden kan dan de afstand ℓ_{ij} tussen ontvanger i en satelliet j berekend worden als het produkt van de gemeten looptijd τ en de bekend verondersteld de voortplantingssnelheid van licht c: $c\tau = \ell_{ij}$. Lineariseren van deze vergelijking naar de ontvangerpositie r_i en satellietpositie r_j geeft dan de bij de looptijdmeting behorende waarnemingsvergelijking: $c\Delta\tau = \Delta\ell_{ij} = e_{ij}^{*}\Delta r_{ij}$ (* staat voor "getransponeerd"). Hierbij is e_{ij} gelijk aan de genormeerde richtingsvector $r_{ij}/|r_{ij}|$ en r_{ij} gelijk aan het verschil r_j-r_i.

Voor de puntsbepaling zijn we voornamelijk geïnteresseerd in de bepaling van Δr_i, de onbekende positie van de ontvanger. Dit wordt echter problematisch als naast Δr_i ook nog de Δr_j als onbekende parameters zouden optreden. Gelukkig bevat het door de GPS-satellieten uitgezonden signaal tevens informatie over r_j, de positie van de satelliet. Deze informatie is van dien aard dat voor veel toepassingen de satellietpositie bekend verondersteld mag worden. Met $\Delta r_j = 0$, reduceert de bij de looptijdmeting behorende waarnemingsvergelijking tot:

$$\Delta \ell_{ij} = -e_{ij}^{*} \Delta r_i \,. \tag{1}$$

Om de drie onbekende ontvanger coördinaten, welke vervat zijn in de vector Δr_i, eenduidig te kunnen berekenen, hebben we drie vergelijkingen van het type (1) nodig. Met andere woorden, meting vanuit ontvanger i naar drie satellieten $j=1$, $j=2$, $j=3$ is nodig en voldoende om de positie van de ontvanger te kunnen bepalen (zie figuur 1). Iedere extra gemeten afstand levert een additionele overtalligheid en daardoor de noodzaak om tot een vereffening over te gaan.



Figuur 1: Enkelpuntsbepaling.

Uitgaande van het principe van de kleinste-kwadraten vereffening volgt, onder de aanname dat de waarnemingen ongecorreleerd zijn en alle een gelijke variantie σ^2 hebben, dat de formele precisie van de berekende ontvangercoördinaten beschreven wordt door de drie-bij-drie variantie matrix:

$$Q_{ri} = \sigma^2 \left[\sum_{j=1}^{n} e_{ij}\, e_{ij}^{*} \right]^{-1}. \tag{2}$$

Hierbij is n gelijk aan het aantal aangemeten satellieten. De precisie van de berekende ontvangercoördinaten wordt voor een belangrijk deel bepaald door de geometrie van de satelliet-configuratie. De stand en relatieve oriëntering van de n eenheidsvectoren e_{ij} speelt hierbij een beslissende rol. Indien er bijvoorbeeld een vector a zou bestaan zodanig dat $e_{ij}^{*}.a \approx 0$ voor $j=1,....,n$, dan liggen alle vectoren e_{ij} (bijna) in een vlak en heeft de bij de waarnemingsvergelijkingen (1) behorende ontwerpmatrix een (bijna) singulariteit in de richting a. De ontvangerpositie is dan slecht of helemaal niet bepaald in de richting van de vector a.

Bijvoorbeeld, als alle vectoren e_{ij} ongeveer evenwijdig met de lokale horizon liggen dan richt de vector a zich naar het lokale zenit en is de hoogtecomponent van de ontvangerpositie slecht of helemaal niet bepaald. (Zie ook de bijdrage van *dr. F. Brouwer* over het meten van de zeespiegelrijzing met behulp van GPS). Voor een goede precisie is dus een voldoende spreiding van de eenheidsvectoren e_{ij} over de eenheidsbol, geslagen om de ontvangerpositie, noodzakelijk.

Een in de navigatie literatuur veel gebruikte maat voor de spreiding van de eenheidsvectoren e_{ij} wordt gegeven door:

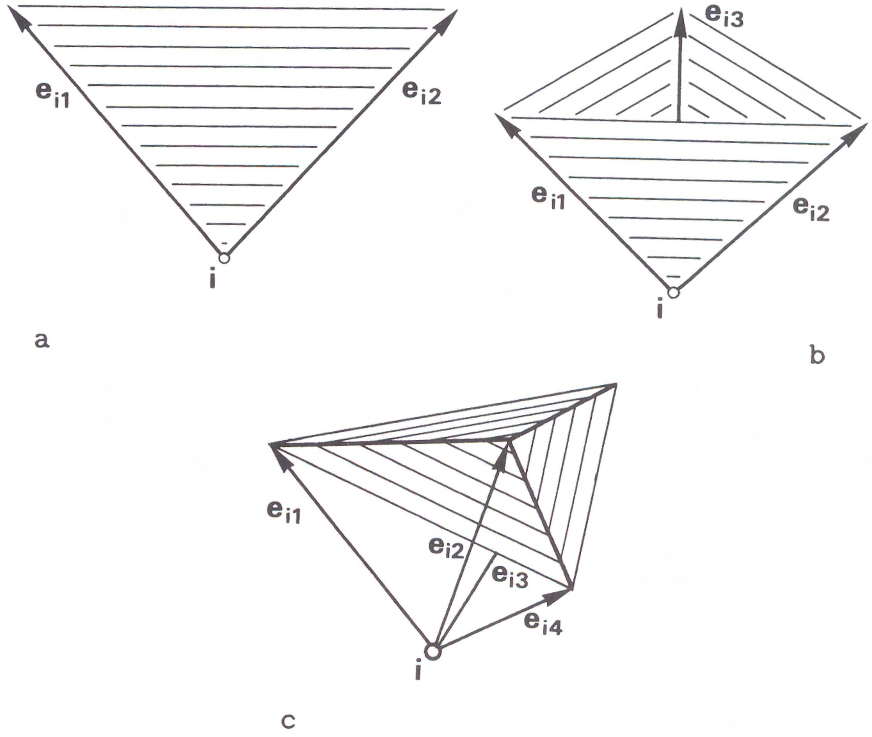
$$\text{PDOP} = (\sigma^{-2} \text{ spoor } Q_{ri})^{1/2} , \qquad (3)$$

waarbij de afkorting PDOP staat voor Position Dilution Of Precision. Voor het geval er van overtalligheid geen sprake is en de ontvangerpositie dus eenduidig bepaald is, is PDOP eenvoudig geometrisch te interpreteren. We maken hiervoor gebruik van het feit, dat de inverse van een matrix gelijk is aan de matrix van cofactoren gedeeld door de determinant en dat de determinant van een matrixprodukt gelijk is aan het produkt van de determinanten. Met de commutativiteitseigenschap van het spoor volgt dan, dat het kwadraat van PDOP geschreven kan worden als:

$$\text{PDOP}^2 = \frac{\text{spoor}(\text{cofactor}[e_{ij}^{*}\ e_{ik}])}{(\det[e_{ik}])^2} \qquad (4)$$

waarbij $e_{ij}^{*}.e_{ik}=1$ als $j=k$ en $e_{ij}^{*}.e_{ik}=\cos(e_{ij},e_{ik})$ als $j \neq k$. Voor het tweedimensionele geval is de teller van (4) gelijk aan 2 en is $\det[e_{ik}]$ gelijk aan de sinus van de door de twee eenheidsvectoren e_{i1} en e_{i2} ingesloten hoek. Hieruit volgt dat voor het twee-dimensionale geval PDOP gelijk is aan de reciproque waarde van het oppervlak opgespannen door de twee eenheidsvectoren e_{i1} en e_{i2}: PDOP$=1/$oppervlak(e_{i1},e_{i2}) (zie figuur 2a).

Dit eenvoudige en inzichtelijke resultaat doet vermoeden dat PDOP voor het meer realistische drie-dimensionale geval wel eens gelijk kan zijn aan de reciproque waarde van het door de drie eenheidsvectoren e_{i1}, e_{i2}, e_{i3} opgespannen volume. In artikelen en tekstboeken handelend over GPS komt men dan ook wel eens de bewering tegen dat $PDOP = 1/volume(e_{i1}, e_{i2}, e_{i3})$. Dit resultaat is echter helaas onjuist. Het juiste antwoord is vrij gemakkelijk uit (4) af te leiden en luidt: $PDOP = 1/3[\sqrt{\{\Sigma(O_j)^2\}}]/[volume(e_{i1}, e_{i2}, e_{i3})]$, waarbij O_j, $j = 1,2,3$, de oppervlakken zijn van de drie door de eenheidsvectoren e_{ij}, $j = 1,2,3$, opgespannen zijvlakken (zie figuur 2b).



Figuur 2: PDOP

Wanneer we PDOP vermenigvuldigen met σ en delen door 3 krijgen we een maat voor de gemiddelde standaardafwijking. Het PDOP-concept komt dan ook overeen met het door de geodeet F.R. Helmert [1843-1917] geïntroduceerde, en nog steeds in de Duitse geodetische literatuur veel gebruikte, concept van de "Mittler Punktfehler". Het voordeel van het PDOP-concept is

dat het een eenvoudig te berekenen scalaire maat betreft. Dit is echter tegelijkertijd ook haar grootste nadeel. Hoewel het mogelijk is om met PDOP eenvoudig defecten in de satelliet-configuratie aan te wijzen (immers, als de satellieten in een vlak liggen dan geldt dat het volume opgespannen door de vectoren e_{ij} nul en de PDOP dus oneindig is) moet er met het PDOP-concept toch met de nodige voorzichtigheid omgesprongen worden.

Voor een precisiebeschrijving van de berekende ontvangerpositie is het PDOP-concept ontoereikend. Immers, de PDOP-waarde veronachtzaamt de correlatie tussen de berekende coördinaten van de ontvanger. Ook voor verkenningsberekeningen dient men het PDOP-concept voorzichtig te hanteren. Een in de literatuur veel gelezen argument voor het gebruik van PDOP luidt, dat bij een goede satelliet-configuratie, namelijk een waarbij de satellieten met een niet te grote elevatiehoek regelmatig over de horizon zijn verspreid, een kleine PDOP-waarde hoort. Dit is juist. Het omgekeerde is echter niet per se juist. Dat wil zeggen, dat bij een kleine PDOP-waarde geen gunstige satelliet-configuratie hoeft te horen, tenminste, als men waarde hecht aan een zekere homogeniteit in de precisie van de ontvangercoördinaten.

Het is niet moeilijk om in te zien dat de PDOP invariant is onder een willekeurige rotatie van de satelliet-configuratie. Dat dit geldt voor de eenduidige enkelpuntsbepaling volgt direct uit de gegeven geometrische interpretatie. Het geldt echter ook voor de overtallige enkelpuntsbepaling. Daar het spoor commutatief is in zijn argument en de getransponeerde van een rotatiematrix gelijk is aan zijn inverse, volgt voor een willekeurige rotatiematrix R namelijk dat:

$$\text{spoor}[\Sigma\ R\ e_{ij}\ e_{ij}^{*}\ R^{*}]^{-1} = \text{spoor}[\Sigma\ e_{ij}\ e_{ij}^{*}]^{-1}\ . \qquad (5)$$

PDOP is dus een maat voor de uitgestrektheid van de satelliet-configuratie en niet een maat voor de stand van deze configuratie ten op zichte van het zenith ter plekke van de ontvanger. De stand van de satelliet-configuratie heeft echter wel invloed op de homogeniteit in de precisie van de ontvangercoördinaten.

Pseudo afstandmeting

Waarnemingsvergelijking (1) is geldig als we ervan uit mogen gaan dat we over een voldoende precieze klok in de ontvanger beschikken. Wanneer dit niet het geval is dienen we (1) te vervangen door:

$$\Delta \ell_{ij} = -e_{ij}^* \Delta r_i + c \Delta t , \qquad (6)$$

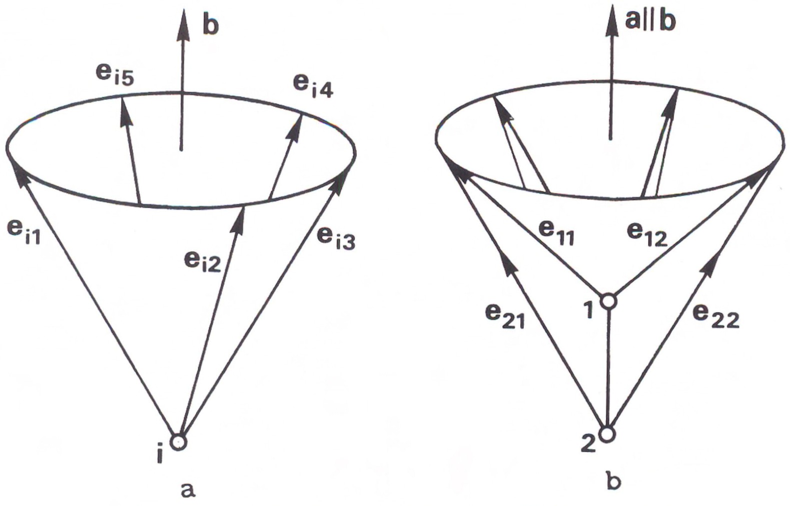
waarbij Δt het tijdsverschil tussen de ontvangertijd en de satellietentijd modelleert. Als (6) geldig is spreekt men in de navigatie literatuur over pseudo-afstandmeting. Merk op, daar de afstanden ℓ_{ij} tussen ontvanger *i* en GPS-satellieten *j* qua orde van grootte constant zijn ($=2*10^4$ km), dat de term $(c/\ell_{ij})\Delta t$ bij benadering als een constante schaalfactor geïnterpreteerd kan worden. De pseudo-afstandmeting uit de navigatie literatuur komt dan ook mooi overeen met de pseudo-afstandmeting zoals we die in de landmeetkunde kennen.

Bij simultaan uitgevoerde metingen en stabiele satellietklokken, mogen we Δt constant veronderstellen. In dat geval hebben we vier onbekende parameters en dus minimaal vier metingen nodig om de ontvangerpositie en de klokterm Δt te bepalen. Iedere extra meting levert weer een extra overtalligheid. De bij de kleinste-kwadraten vereffening behorende variantiematrix van de berekende ontvangerpositie wordt nu verkregen door de eenheidsvectoren e_{ij} in (2) te vervangen door de vectoren $\bar{e}_{ij}$, waarbij de $\bar{e}_{ij}$ gelijk zijn aan het verschil van de e_{ij} met de gemiddelde richting van alle n eenheidsvectoren e_{ij}, $j=1,..,n$.

De precisie van de berekende ontvangerpositie in het geval van pseudoafstandmeting is over het algemeen wat slechter dan in het geval van afstandmeting. De variantiematrix van pseudoafstandmeting is alleen identiek aan die van (2) als de som van alle n eenheidsvectoren e_{ij} gelijk is aan de nulvector. Dit kan, daar de satellieten onder de horizon niet aangemeten kunnen worden, echter alleen voorkomen bij eenheidsvectoren e_{ij} waarvan de elevatiehoek nul graden is, met als gevolg dat de hoogtecomponent van de ontvangerpositie onbepaalbaar wordt. In alle andere gevallen zal de som van de eenheidsvectoren e_{ij} altijd een component bevatten in de richting van het lokale zenith.
In het geval van afstandmeting hebben we gezien dat voor een goede precisie een voldoende spreiding van de eenheidsvectoren e_{ij} over de eenheidsbol noodzakelijk is. Geldt dit nu ook voor de pseudo-afstandmeting? Sommige tekstboeken beweren van wel. Dit antwoord is echter op zijn minst onvolledig.

Bij de afstandmeting hebben we gezien dat er een singulariteit optreedt als de eenheidsvectoren alle in een vlak liggen. Dit geldt onverminderd ook voor de pseudo-afstandmeting. Bij de pseudo-afstandmeting kan echter nog een ander type singulariteit optreden. De bij de waarnemingsvergelijkingen (6) behorende ontwerpmatrix is namelijk ook singulier als er een vector b zou bestaan zodanig dat $e_{ij}^*.b=1$ voor $j=1,...,n$. Deze vergelijking kunnen we ook schrijven als $|b|\cos(e_{ij},b)=1$. We zien dan onmiddellijk dat er sprake is van een

singulariteit, als de vector b een willekeurige, maar constante, hoek maakt met alle eenheidsvectoren e_{ij} (zie figuur 3a). De ontvangerpositie is dan onbepaald in de richting van de vector b. Voor een satelliet-configuratie met een (bijna) gelijke elevatie voor iedere satelliet betekent dit, dat de hoogte van de ontvangerpositie slecht of helemaal niet bepaalbaar is. In het geval van pseudo-afstandmeting mogen dus zowel de vectoren e_{ij} zelf, als hun eindpunten niet in een vlak liggen. Voor de eenduidige enkelpuntsbepaling volgt dit ook direct uit de geometrische interpretatie die aan de PDOP gegeven kan worden.



Figuur 3: Positie onbepaald in richting b.

Volkomen analoog aan de gevolgde afleiding bij de afstandmeting kan men eenvoudig laten zien, dat de PDOP van de pseudo-afstandmeting gelijk is aan de verhouding van eenderde maal de wortel van de kwadratische som van de vier oppervlakken van het door de eindpunten van e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, e_{i4}, bepaalde viervlak en het bij dit viervlak behorende volume (zie figuur 2c). Dus PDOP-$=\infty$ als de vectoren e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, e_{i4} in een vlak liggen of als hun eindpunten in een vlak liggen.

Tot nu toe hebben we stilzwijgend aangenomen dat de variantiematrices van de enkelpuntsbepaling een realistische precisiebeschrijving van de ontvangerpositie geven. Wil dit echter het geval zijn, dan dienen we de onvermijdelijke stochastiek in de "vastgehouden" grootheden in rekening te brengen. Dit is in essentie volkomen analoog aan de methode van precisiebeschrijving welke, in de mathematische geodesie, gevolgd wordt bij het aansluiten van landmeet-

kundige netwerken aan netwerken van hogere orde (bijvoorbeeld het RD-netwerk).

Bij de landmeetkundige aansluiting wordt op grond van praktische overwegingen het netwerk van hogere orde vrijwel altijd onveranderd gelaten. Met andere woorden, het netwerk van hogere orde wordt in de vereffening "vastgehouden". We spreken dan over een "pseudo kleinste-kwadraten" vereffening. De term "pseudo" wordt gebruikt om aan te geven dat er van een strenge vereffening geen sprake is. Immers, in de vereffening wordt de onvermijdelijke stochastiek in de coördinaten van het hogere orde netwerk verwaarloosd.

Hoewel deze stochastiek in de vereffening verwaarloosd wordt, betekent het natuurlijk niet, dat dit ook is toegestaan bij het toepassen van de, voor de toetsingstheorie en kwaliteitsbeschrijving zo belangrijke, voortplantingswet der varianties en covarianties. Bij de precisie-beschrijving van de landmeetkundige pseudo kleinste-kwadraten aansluiting wordt dan ook de stochastiek van het hogere orde netwerk via een geschikt gekozen en uit de criterium-theorie afgeleide, vervangingsmatrix in rekening gebracht. Vertaald naar het probleem van de precisie-beschrijving van de ontvangerpositie betekent dit, dat we in staat dienen te zijn een adequate vervangingsmatrix op te stellen voor alle in de vereffening "vastgehouden" grootheden. We kunnen hierbij denken aan bijvoorbeeld de satellietbanen en de ionosferische- en troposferische refractie. Helaas ontbreekt het ons nog aan een dergelijke vervangingsmatrix.

Om toch een idee te krijgen van de orde van grootte van de haalbare precisie van de looptijdmetingen, nemen we voor de eenvoud aan dat de vervangingsmatrices van de "vastgehouden" grootheden door geschaalde eenheidsmatrices beschreven mogen worden. Dit betekent, dat we de correlatie verwaarlozen en een homogene precisie in de verschillende coördinaatrichtingen veronderstellen. Toepassing van de voortplantingswet laat dan zien dat de structuur van de variantiematrix van de ontvangerpositie ongewijzigd blijft en alleen de variantiefactor σ^2 vervangen dient te worden. Dat wil zeggen, σ^2 bevat nu niet alleen de variantie van de metingen maar ook de varianties van de in de vereffening "vastgehouden" grootheden. De totale variantie factor wordt nu verkregen als:

$$\sigma^2 = \sigma^2_{(s)} + \sigma^2_{(p)} + \sigma^2_{(o)} \,. \qquad (7)$$

waarin, σ_s = standaardafwijking satelliet-effecten, σ_p = standaardafwijking

propagatie-effecten en σ_o = standaardafwijking ontvanger-effecten. Een ruwe afschatting, voor civiele toepassingen, van de verschillende elementen van σ^2 is $\sigma_s=2$ m, $\sigma_p=5\text{-}16$ m en $\sigma_o=11$ m. Hiermee volgt voor de enkelpuntsbepaling, dat $\sigma=12\text{-}20$ m.

Dit ongekend goede precisieniveau voor de real-time enkelpuntsbepaling met behulp van looptijdmetingen laat zien, dat het GPS-systeem de potentie heeft zich te ontwikkelen tot hèt globale puntsbepalingssysteem voor (bijna) alle toepassingen die liggen op het gebied van de land-, zee- en lucht*navigatie*. Helaas heeft het U.S. Department of Defense echter besloten om voor de nog te lanceren GPS-satellieten het concept van "*Selective Availability*" toe te passen. Hierbij wordt de precisie van zowel de uitgezonden baan-ephemeriden als de satellietklokken opzettelijk gedegradeerd. De mate van degradatie is afhankelijk van de door het U.S. Department of Defense gemaakte militaire overwegingen, maar zal zich vooralsnog richten op een precisie van 100 m in de (horizontale) enkelpuntsbepaling voor 95% van de tijd. Alléén de (bevriende) partijen, welke over de juiste code beschikken, zullen in staat zijn om de effecten van de kunstmatige degradatie te niet te doen. Voor een bespreking van enkele consequenties van "Selective Availability" wordt verwezen naar de lustrumbijdragen van *prof.dr.ir. D. van Willigen* en *ir. P. Sluiter*.

Naast precisie speelt uiteraard ook betrouwbaarheid een belangrijke rol in de land-, zee- en luchtnavigatie. (Betrouwbaarheid van een navigatiesysteem wordt in de navigatieliteratuur ook wel aangeduid als de "integriteit" van het systeem). Veiligheidsvoorschriften in de civiele luchtvaart schrijven bijvoorbeeld voor dat het navigatiesysteem uitgerust dient te zijn met een procesbewakingssysteem voor het tijdig signaleren van kwaliteitsdegradatie in de geschatte positie. Een procesbewakingssysteem ten behoeve van betrouwbaarheid kan bijvoorbeeld gebaseerd worden op de recentelijk bij het LGR ontwikkelde recursieve DIA-theorie voor de real-time *Detectie*, *Identificatie* en *Adaptatie* van in navigatiesystemen optredende modelfouten. Een dergelijke procesbewaking is echter pas mogelijk als men de beschikking heeft over verschillende elkaar aanvullende en controlerende positiesensoren. Voor de civiele luchtvaart betekent dit, dat GPS nooit als een "stand alone" of "sole-means" navigatiesysteem toegestaan zal worden. Het zal samen met bijvoorbeeld traagheidssystemen, Loran-C of het GLONASS-systeem (het "GPS-systeem" van de Sovjet-Unie) deel moeten gaan uitmaken van een *geïntegreerd navigatie systeem*. (Zie ook de lustrumbijdrage van *ir. M.A. Salzmann* over "Dynamische Gegevensverwerking" en de lustrumbijdrage van *prof.dr.ir. D. van Willigen* over het belang van de geïntegreerde navigatie voor landverkeer.)

Afstandverschilmeting

Naast looptijdmeting is het met sommige (zogenaamde geodetische) GPS-ontvangers ook mogelijk om de (fractionele) fase van de door de satelliet uitgezonden draaggolf te meten. De fase ϕ van een harmonische beweging is gedefinieerd als: $\phi = ft + \Phi$, waarbij ϕ voor frequentie, t voor tijd en Φ voor initiële fase staat. De fase-waarneming ϕ_{ij} tussen ontvanger *i* en satelliet *j* bestaat nu uit het verschil van de fase ϕ_j en ϕ_i. De fase ϕ_j behoort bij het door de satelliet *j* uitgezonden signaal en de fase ϕ_i is van het in de ontvanger *i* gegenereerde, in frequentie identieke, signaal modulo een periode. Het faseverschil wordt dus gegeven door $\phi_{ij} = \phi_j - \phi_i = f(t_j - t_i) + \Phi_j - \Phi_i + (\text{mod 1 per})$. Er is sprake van modulo een periode, omdat de meting een fractionele fase betreft en niet een complete fase.

Noteren we $-(c/f)\phi_{ij}$ als ℓ_{ij}, de modulo één periode als N_{ij}, en het tijdsverschil tussen de ontvangertijd en satellietentijd als Δt, dan volgt de gelineari-seerde waarnemingsvergelijking voor de fase-waarneming als:

$$\Delta \ell_{ij} = e_{ij}^{*} \, \Delta r_{ij} + c \, \Delta t + (c/f)\,(\Phi_i - \Phi_j - N_{ij}). \qquad (8)$$

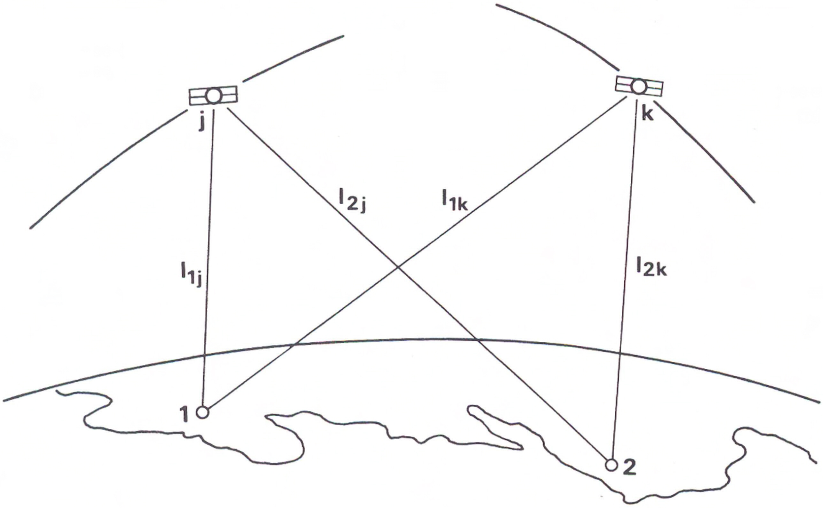
Substitueren we weer $\Delta r_j = 0$ en nemen we aan dat we over voldoende precieze klokken beschikken, dus $\Delta t = 0$, dan laat een vergelijking tussen (8) en (6) zien dat de fasemeting in dit geval ook als een pseudo-afstandmeting geïnterpreteerd kan worden. Immers, de laatste term in (8) is bij continue meting constant voor een vast ontvanger-satellietenpaar. Fase-waarneming biedt dan in principe ook de mogelijkheid om enkelpuntsbepaling uit te voeren.

Waarom zien we deze methode van pseudo-afstandmeting dan toch niet als zelfstandig meetprincipe in de navigatiekunde toegepast? De reden is, dat de methode een snelle puntsbepaling onmogelijk maakt. Immers, (8) met $\Delta r_j = 0$ en $\Delta t = 0$, is alleen voor een vast ontvanger-satellietenpaar als pseudo-afstand te interpreteren. Om een voor de navigatie acceptabel precisie-niveau in de berekende ontvangercoördinaten te garanderen dient dus een vast gekozen satelliet voldoende lang gevolgd te worden. Daarmee zijn we er echter nog niet. Met het volgen van een satelliet hebben we (vanwege de relatief langzame rotatie van de aarde) immers alleen nog maar de mogelijkheid om de ontvangerpositie in het baanvlak van de satelliet te bepalen. Een tweede satelliet (liefst met een baanvlak dat loodrecht staat op het baanvlak van de eerste) is dan nog nodig om tot een drie-dimensionale enkelpuntsbepaling te komen.

Voor de navigatie is de fasemeting als *zelfstandig* meetprincipe dus minder

geschikt. (Fasemeting *geïntegreerd* met pseudo-afstandmeting vindt natuurlijk wel zijn toepassing in de navigatie.) Voor landmeetkundige toepassingen daarentegen zijn de fasemetingen, in tegenstelling tot de looptijdmetingen, bijzonder geschikt. De fasemetingen zijn ongeveer twee ordes preciezer dan de beste looptijdmetingen. Bovendien maakt simultane fasemeting met meer ontvangers het mogelijk om de schadelijke invloed van modelfouten in de vastgehouden satelliet-banen en atmosferische modellen voor een belangrijk deel te dempen. Een relatieve precisie in de orde van 10^{-6} lijkt voor veel landmeetkundige toepassingen alhaalbaar.

Bij de landmeetkundige toepassing van GPS is het model van waarnemingsvergelijkingen impliciet opgebouwd uit verschillen van afstanden tussen ontvanger- en satellietposities. Om dit te illustreren beschouwen we weer vergelijking (8). Veronderstel dat vanuit twee verschillende lokaties met twee ontvangers, 1 en 2, simultaan naar dezelfde satelliet *j* gemeten kan worden. Nemen we het verschil van beide metingen dan volgt dat in dit verschil de initiële fase Φ_j van het satellietsignaal geëlimineerd is en de klokterm alleen nog maar de instabiliteit bevat van de ontvangersklokken.



Figuur 4: Dubbel-verschilmeting.

Veronderstellen we verder, dat een dergelijke verschilmeting op hetzelfde tijdstip ook naar satelliet *k* wordt uitgevoerd, dan volgt uit het verschil van

$\Delta(\ell_{1j}-\ell_{2j})$ en $\Delta(\ell_{1k}-\ell_{2k})$ de zogenaamde "double difference" (zie figuur 4):

$$\Delta\{(\ell_{1j}-\ell_{2j})-(\ell_{1k}-\ell_{2k})\} = e_{1j}^{*}\Delta r_{1j}-e_{2j}^{*}\Delta r_{2j}-e_{1k}^{*}\Delta r_{1k}+e_{2k}^{*}\Delta r_{2k}+N_{12jk} \quad (9)$$

met $N_{12jk}=-N_{1j}+N_{2j}+N_{1k}-N_{2k}$. In dit dubbele verschil zijn op de meerduidigheid N_{12jk} na, alle niet-geometrische grootheden geëlimineerd. De meerduidigheid N_{12jk}, welke constant is bij een continu volgen van het satellietenpaar (j,k), kunnen we tenslotte nog elimineren door het nemen van verschillen tussen de "double differences". De zo verkregen, van niet-geometrische grootheden gevrijwaarde, verschillen worden in de GPS-literatuur aangeduid als "triple differences".

Om enig inzicht in de betekenis van deze afstandsverschillen te verkrijgen beschouwen we voor de eenvoud het enkele afstandsverschil:

$$\Delta(\ell_{1j}-\ell_{2j}) = e_{1j}^{*}\,\Delta r_{1j} - e_{2j}^{*}\,\Delta r_{2j}\,. \quad (10)$$

Eventuele singulariteiten van (10) kunnen dan vrij gemakkelijk vertaald worden naar singulariteiten behorende bij de zogenaamde dubbele en drievoudige afstandsverschillen. Nemen we weer aan dat $\Delta r_j=0$, dan zijn in principe 6 vergelijkingen van het type (10) nodig en voldoende om de twee ontvangerposities r_1 en r_2 te bepalen.

Bij bepaalde configuraties treden er echter weer singulariteiten op. De bij de waarnemingsvergelijkingen (10) behorende ontwerpmatrix is singulier als er vectoren a en b bestaan, zodanig dat $e_{1j}^{*}.a=e_{2j}^{*}.b$ voor $j=1,...$ Hieruit volgt direct dat er sprake is van een singulariteit als $e_{1j}^{*}.a=0$ en/of $e_{2j}^{*}.b=0$. Dit betekent natuurlijk weer, dat een voldoende spreiding van de satellietposities noodzakelijk is. Tevens volgt ook dat er sprake is van een singulariteit als $e_{1j}^{*}.a=1$ èn $e_{2j}^{*}.b=1$. Dit is het geval als de verschilvector r_{12} een willekeurige maar constante hoek maakt met de twee sets van eenheidsvectoren e_{1j} en e_{2j}. Als de ontvangerposities zich op de symmetrie-as bevinden van de twee door de eenheidsvectoren e_{1j} en e_{2j} gevormde kegels (zie figuur 3b), doet zich dus een singulariteit voor.

Naast de twee genoemde type singulariteiten, treedt er in de praktijk nog een belangrijk derde type singulariteit op. We beschouwen daartoe het verschil $e_{1j}-e_{2j}$. Realiseren we ons nu, dat de afstanden ℓ_{1j} en ℓ_{2j} qua orde van grootte nagenoeg constant zijn, namelijk $\ell_{1j}=\ell_{2j}=\ell=2*10^4$ km en benaderen we vervolgens e_{1j} met $(1/\ell)r_{1j}$ en e_{2j} met $(1/\ell)r_{2j}$, dan volgt de afschatting:

$$e_{1j} - e_{2j} = r_{12} / \ell. \quad (11)$$

Dit resultaat laat zien dat het verschil e_{1j}-e_{2j} voor relatief korte ontvangerafstanden praktisch verwaarloosd kan worden (r_{12}/ℓ = 10^{-4} voor r_{12} = 2 km). De consequenties hiervan kunnen we het beste illustreren, als we (10) herschrijven tot:

$$\Delta(\ell_{1j} - \ell_{2j}) = e_{2j}^{*}\,\Delta r_{12} + (e_{1j}^{*} - e_{2j}^{*})\Delta r_{1j}. \tag{12}$$

Uit het feit dat de tweede term in het rechterlid van (12) praktisch verwaarloosbaar is voor relatief korte ontvangerafstanden, kunnen we nu een tweetal belangrijke conclusies afleiden.

Ten eerste laat (12) zien dat het met afstandsverschilmeting (en dus ook met de dubbele en drievoudige varianten) *praktisch* onmogelijk is de ontvangerpositie r_1 te bepalen. Dus hoewel r_1 *theoretisch* wel te bepalen is, zal men in de praktijk bij het opstellen van de normaalvergelijkingen een numerieke singulariteit aantreffen. De drie kleinste eigenwaarden en het *collineariteitsgetal* van de normaalmatrix van de enkele afstandsverschillen zullen dan in de orde van het kwadraat van $|r_{12}|/\ell$ liggen. Dit komt overeen met een orde van 10^{-6} bij een ontvangerafstand van 20 km. Voor de dubbele en drievoudige afstandsverschillen zal deze afschatting zelfs nog aan de optimistische kant zijn. De conclusie luidt dan ook dat men voor de coördinaatberekening in de praktijk genoodzaakt zal zijn de positie van een ontvanger bekend te veronderstellen. Merk overigens op, dat met dezelfde afschatting (11), het afstandsverschil $\Delta(\ell_{1j}$-$\ell_{2j})$ gedeeld door ℓ, te interpreteren is als een afstandsverhouding. Dat wil zeggen dat bij benadering geldt: $\Delta \ln(\ell_{1j}/\ell_{2j}) = \Delta(\ell_{1j}-\ell_{2j})/\ell$. Dit laat nogmaals zien, daar de afstandsverhouding een vormgrootheid is, dat de ontvangerpositie r_1 voor relatief korte ontvangerafstanden praktisch onbepaalbaar is.

De tweede belangrijke conclusie betreft de betekenis van Δr_j in vergelijking (12). Analoog aan Δr_1 is ook Δr_j niet voor relatief korte ontvangerafstanden te bepalen. Dit betekent dat het pas zin heeft om aan baanbepaling te gaan denken als men zich van een redelijke uitgestrektheid van de ontvangerposities verzekerd heeft. Dit is de reden waarom men voor landmeetkundige toepassingen genoodzaakt is om te veronderstellen dat $\Delta r_j = 0$. Omgekeerd impliceert (11) gelukkig ook, dat de doorwerking van eventuele modelfouten Δr_j in de satellietbanen voor relatief korte ontvangerafstanden voor een belangrijk deel gedempt wordt. Dit en de gegeven dynamische eigenschappen van de hoge en bijna circulaire GPS-banen, doen vermoeden dat het mogelijk moet zijn om een vervangingsmatrix van relatief eenvoudige structuur voor de stochastiek van de baanverstoringen te ontwikkelen. Of de demping van dien aard is, dat de vervangingsmatrix voor de vastgehouden baan een eenvoudig

geschaalde eenheidsmatrix mag zijn, moet echter nog blijken.

Bij enkele toepassingen in de navigatie kan ook dankbaar gebruik gemaakt worden van genoemde dempingseigenschap. Hierop is het principe van de zogenaamde "differentiële GPS" gebaseerd. Veronderstel dat twee GPS-ontvangers, 1 en 2, simultaan de looptijden naar een en dezelfde satelliet j meten. Veronderstel verder, dat de positie van ontvanger 1 bekend is en dat de door deze ontvanger waargenomen afstand ℓ_{1j} via een telemetrieverbinding snel aan de rekenmachine van een zich verplaatsende, en niet al te ver verwijderde, ontvanger 2 bekend gemaakt kan worden. Dan beschikt men dus ter plekke van ontvanger 2 over zowel ℓ_{1j} als ℓ_{2j}, en kan de vergelijking voor het afstandsverschil ℓ_{1j}-ℓ_{2j} opgesteld worden, zodat de relatieve positie r_{12}, die voor atmosferische effecten en baanverstoringen (inclusief de effecten van "Selective Availability") praktisch gevrijwaard is, snel berekend kan worden. Zie de lustrumbijdrage van *ir. P. Sluiter* voor een verdere uiteenzetting van het concept van "Differentiële GPS".

Ter afsluiting van deze lustrumbijdrage wil ik de lezer nog kort op een belangrijk aspect van de huidige verwerkingsmethodiek van GPS wijzen; de vereffening van de bij de "double difference" behorende meerduidigheid N_{12jk}.

We weten dat de meerduidigheid N_{12jk} in vergelijking (9), in tegenstelling tot de geometrische onbekenden, alleen integer waarden kan aannemen. Het liefst zouden we deze informatie in de vereffening mee willen nemen. Immers, de stelling is dat hoe meer informatie in de vereffening wordt meegenomen, des te preciezer de onbekende parameters geschat kunnen worden. Helaas is het zo, dat de traditionele vereffeningstheorie alleen reqelwaardige grootheden aankan.

Om dit probleem op te lossen lijken mij twee wegen open te staan:

1. Men probeert een nieuwe vereffeningstheorie te ontwikkelen welke wèl in staat is integer grootheden te vereffenen en tevens, analoog aan de traditionele vereffeningstheorie, de mogelijkheid kent van een praktische kwaliteitsbeschrijving. Aan een dergelijke theorie moet overigens een ruimere betekenis worden toegekend, daar zij niet alleen van belang is voor GPS.
2. Men beschouwt N_{12jk} als een reqelwaardige grootheid en neemt daarmee genoegen met het feit dat het resultaat wat minder precies zal zijn. Deze benadering is natuurlijk geen echte oplossing van het probleem, maar wel een praktische, die misschien voor de meeste toepassingen goed genoeg blijkt te zijn.

In de huidige praktijk van de GPS-gegevensverwerking wordt echter geen van

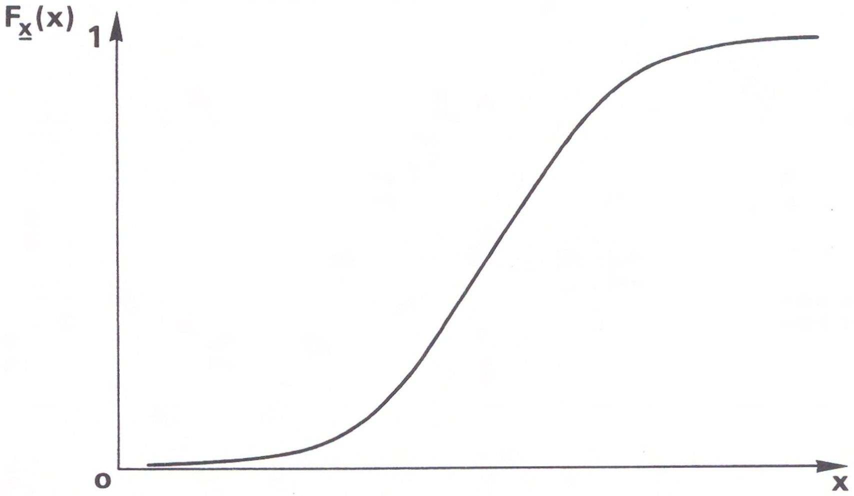
beide wegen gevolgd. De gangbare methode die in de GPS-literatuur beschreven staat, komt kort op het volgende neer. Eerst wordt een traditionele vereffening uitgevoerd met behulp van de dubbele verschilgrootheden. In deze vereffening worden de meerduidigheden N_{12jk} als reqelwaardige parameters geschat. Met behulp van een afrondingsmechanisme worden dan de geschatte reqelwaardige meerduidigheden gezet op de dichtstbij liggende integer waarden. Tenslotte wordt dan een nieuwe vereffening uitgevoerd, waarbij nu de meerduidigheden niet meer als onbekende parameters worden aangemerkt, maar in plaats daarvan als bekend veronderstelde grootheden op de in de vorige stap bepaalde integer waarden worden vastgehouden.

Wat is er nu mis met deze procedure? Ik maak geen bezwaar tegen het idee van het afronden naar integer waarden. Hoewel over het in de praktijk toegepaste afrondingsmechanisme nog wel het een en ander gezegd kan worden, is het afrondingsidee niet slecht en kan het als een additionele vereffeningsstap geïnterpreteerd worden. Mijn bezwaar richt zich meer op de laatste stap in de gevolgde procedure. Het is principieel onjuist om te doen alsof de uit het waarnemingsmateriaal geschatte parameters in een volgende stap, waar het identieke waarnemingsmateriaal wordt gebruikt, als constante en bekend veronderstelde grootheden aangemerkt mogen worden. Dit heeft namelijk, geheel analoog aan hetgeen is besproken over de "vastgehouden" grootheden, tot gevolg, dat de formele variantiematrix van de berekende parameters een te optimistische precisiebeschrijving oplevert. Het in de praktijk veelvuldig gebruik van de zogenaamde "*fudge factors*" is hier dan waarschijnlijk ook niet vreemd aan.

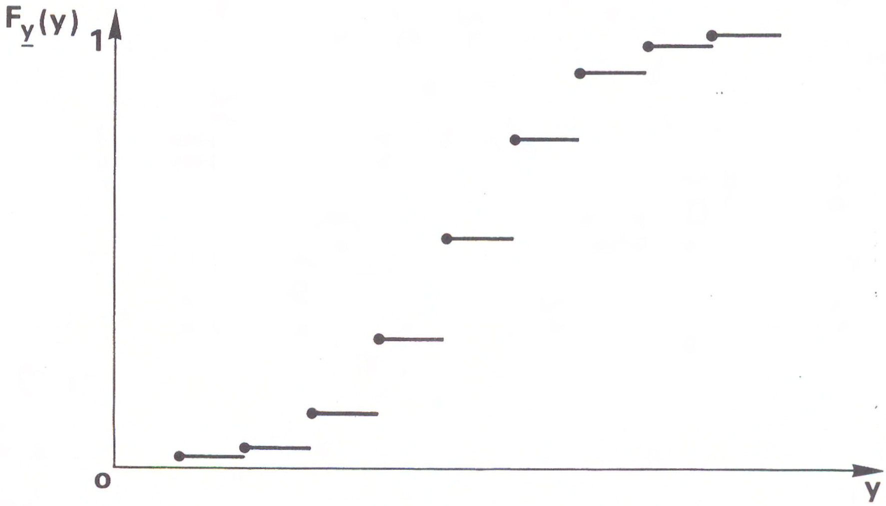
In tekstboeken handelend over GPS wordt deze laatste stap nu juist verdedigd, op grond van de bewering dat de precisie van de overgebleven geometrische parameters in vergelijking met de eerste stap beter is, omdat er sprake is van een kleiner aantal te bepalen onbekende parameters. Inderdaad geldt in het algemeen dat de (formele) precisie van een verzameling geschatte parameters beter wordt naarmate het aantal parameters in de verzameling kleiner wordt. In de huidige situatie is dit echter maar schijn. Immers, de stochastiek van de "vastgehouden" grootheden, zou met een bijbehorende kansdichtheidsfunctie beschreven dienen te worden.

Het volgende eenvoudige voorbeeld maakt dit misschien wat duidelijker. Veronderstel dat $\underline{x}$ een normaal verdeelde scalaire grootheid is met onbekende verwachting μ en bekende standaardafwijking σ, dus $\underline{x} \sim N(\mu,\sigma^2)$. De beste schatting van de onbekende verwachting wordt dan verkregen door de steekproefwaarde (dat wil zeggen de gemeten waarde) x van $\underline{x}$ toe te kennen aan μ.

In dit triviale geval verkrijgen we de zuivere schatter $\hat{\underline{\mu}}=\underline{x}$ van μ en is de verdeling van $\hat{\underline{\mu}}$ identiek aan die van $\underline{x}$ (zie figuur 5).



Figuur 5: Cumulatieve verdelingsfunctie vóór afronding



Figuur 6: Cumulatieve verdelingsfunctie ná afronding.

Veronderstel nu echter dat we ook nog weten dat de verwachting μ alleen maar integer waarden kan aannemen. In dit geval kunnen we besluiten de steekproefwaarde x van $\underline{x}$ af te ronden naar de dichtstbij gelegen integer waarde en deze afgeronde waarde toe te kennen aan μ. Dit betekent dat we een functie y van x, y(x), gedefinieerd hebben volgens de toewijzing: als $x \in [i-1/2,i+1/2)$ dan $y=i$, waarbij nu y(x) de waarde is die toegekend wordt aan de verwachting μ. De waarden die y kan aannemen zijn dus alleen geheeltallig.

Hieruit mag men echter niet concluderen, zoals in het geval van GPS wel gedaan wordt, dat $\underline{y}$ een constante is. Immers, y is een functie van een stochastische grootheid en daarmee zelf een stochastische grootheid geworden.
De schatter van μ, welke nu gegeven wordt door $\hat{\underline{\mu}}=y(\underline{x})$, heeft een kansdichtheidsfunctie en wel een van het discrete type (zie figuur 6). De kans dat $y(\underline{x})\neq\mu$ is dus niet nul en kan afhankelijk van σ wel degelijk significant zijn.

Om de toetsingstheorie adequaat te kunnen toepassen en een behoorlijke kwaliteitsbeschrijving te kunnen leveren, dient men dus in beginsel de gehele kansdichtheidsfunctie in rekening te brengen. Voor GPS betekent dit, dat het van belang is inzicht te krijgen in het gedrag van de *gemengde* simultane verdeling van de vereffende geometrische grootheden samen met de vereffende en afgeronde integer meerduidigheden. Pas dan wordt het mogelijk om een met argumenten onderbouwde strategie te ontwikkelen voor het verwerken van de geheeltallige meerduidigheden.

" Wanneer gij een ding kent, te doen als een die het kent,
en wanneer gij een ding niet kent, te erkennen dat gij
het niet kent, dat is Kennis ".

Confucius

DE TOEPASSING VAN GPS IN DE PRAKTIJK

Ir. G.J. Husti

Inleiding

Het Global Positioning System kan beschouwd worden als de meest spectaculaire ontwikkeling in de geodesie van de laatste halve eeuw. Het is een produkt van de zeer hoogwaardige technologie van onze tijd: een samenspel van elektronica, computertechniek, ruimtevaart en geodesie.

Met de komst van GPS werd in 1985 een subcommissie van de Rijkscommissie voor Geodesie opgericht, de "Werkgroep Toegepaste Ruimtegeodesie". Dat er veel belangstelling is voor GPS in Nederland, bewijst het feit dat de werkgroep 23 leden heeft afkomstig uit verschillende overheidsbedrijven en partikuliere ondernemingen.

Deze werkgroep vormt een discussie forum en contactpunt voor het uitwisselen van ervaring, informatie en het opzetten van (vooral bilaterale) samenwerking tussen de betrokken leden. De werkgroep heeft overigens van het Ministerie van O. & W. een aardig budget toegewezen gekregen, genoeg om twee GPS-ontvangers aan te schaffen in 1986. Hoewel de keuze in die tijd nog vrij beperkt was, bleken de aangekochte Trimble 4000S ontvangers redelijk te voldoen aan de gestelde eisen, zodat een start kon worden gemaakt met een eerste kennismaking met GPS.

Vele nederlandse, en ook enkele buitenlandse, bedrijven hebben de kans gegrepen om hun eerste GPS-onderzoek uit te voeren met de Trimble ontvangers van de Rijkscommissie. De Afdeling Rijksdriehoekmeting, de

Meetkundige Dienst en de offshore bedrijven zijn sindsdien intensief bezig met onderzoek en toepassing van GPS techniek, te land, ter zee en in de lucht. Door de snelle ontwikkeling werd de eerste generatie GPS-ontvangers van de Rijkscommissie in 1989 doorverkocht.

Bij de Faculteit der Geodesie maakt GPS voornamelijk deel uit van het Voorwaardelijke Financieringsonderzoek (VF) dat bekend is onder de naam "Geodetische Puntsbepalingssystemen". Een aantal medewerkers en AIO-ers is daarbij belast met de ontwikkeling van rekenmodellen en software onder de verantwoordelijkheid van prof. Teunissen. Ook worden veel studenten betrokken bij het onderzoek in de vorm van case study, stage, studentassistentschap en bij afstuderen. Tussen de afstudeeronderwerpen van de laatste jaren zal men zeker een tiental goede scripties aantreffen die over GPS gaan.

In deze bijdrage zal ik het over de toepassing van GPS in de praktijk hebben, over de planning van GPS-projecten in het algemeen en over een project in Griekenland in het bijzonder.

Enkele opmerkingen...

Het kan vastgesteld worden dat de komst van de satellietgeodesie de hele geodesie op zijn kop heeft gezet. In de afgelopen periode (1985-1989) werd de geodetische wereld vooral door GPS in beroering gebracht, waarvan vele kongressen, symposia, kursussen, experimenten en projecten getuigen. Het werkelijke gebruik van GPS zal in de negentiger jaren plaats vinden als het experimentele stadium achter de rug is. Bij een volledig operationeel systeem zullen we dan kunnen profiteren van de vele mogelijkheden die geboden worden voor de geodetische puntsbepaling en voor de navigatie te land, ter zee en in de lucht.

Baarda heeft eens gezegd: meten is getal plus registratie. Het getal ontstond bij de traditionele methoden door visuele aflezing van een meetinstrument en de registratie betekende niet alleen het opschrijven van dit getal in het veldboek, maar vooral de registratie van de omstandigheden waaronder deze meting werd verricht.

Hoewel deze definitie vandaag de dag nog steeds geldt, is het meten en registreren bij alle soorten geodetische metingen in belangrijke mate verbeterd. In het geval van GPS voeren de ontvangers de metingen volautomatisch uit en produceren een lange reeks getallen die zonder menselijke tussenkomst worden geregistreerd. Zo'n geautomatiseerde werkwijze is zeer praktisch maar

brengt zekere gevaren met zich mee. De geodeet denkt GPS te begrijpen maar hij kan onmogelijk het hele interdisciplinaire proces overzien. Het is wezenlijk anders dan de traditionele methoden, want:

1. Wij hebben in het algemeen weinig of niets te vertellen over de opzet van het systeem, over de satellieten en over de gegevens die door de satellieten worden uitgezonden.
2. In de GPS-ontvanger vinden ingewikkelde meetprocessen en datafilteringen plaats die wij meestal niet in eigen hand hebben.
3. De verwerkingssoftware is zeer gecompliceerd. Het zelf ontwikkelen van deze software is kostbaar zodat te verwachten is dat de software steeds meer aangeschaft zal worden: er is immers voldoende aanbod op de markt! Dit betekent dat lang niet iedereen een goed inzicht zal hebben in het rekenproces zodat dit voor velen min of meer een black box zal blijven.

Planning van projecten

Een GPS-project kan ingedeeld worden in drie fasen: voorbereiding, uitvoering en uitwerking. Zelfs een kleiner project is al een kostbare zaak, dus deze onderdelen dienen van tevoren tot in de kleinste details uitgewerkt en goed georganiseerd te worden wil men teleurstellingen voorkomen. In het onderstaande schema worden enkele belangrijke aspecten van een project aangegeven.

VOORBEREIDING

Technische zaken

Omschrijving van project
- doelstelling
- gestelde eisen (specificatie)

Instrumentarium
- GPS-ontvangers/PC
  - type/aantal
- Meteorologischegegevens
- Stroomvoorziening
- Accu's/laders
- Reserve/onderdelen

Planning
- ontwerp netwerk
- stations/selectiecriteria
  - geologisch/geometrisch

Administratieve zaken

- personeel
  - (operators/assistentie)
- reis en verblijf
- samenwerkingsrelaties
- organisatie
- taakverdeling
- instrumentarium
  - huur/transport
  - verzekering
  - douane/carnet
- begroting
- beschikbare middelen
- benodigde middelen
- vergaderingen

zicht/bereikbaarheid
meting/berekening
selectie van satellieten
meetsessies: aantal/duur
logistiek/tijdplanning
software
afspraken over verwerking

afspraken

Verkenning in het veld
bereikbaarheid/toestand wegen
transport/tijdplanning
opstellingen
(verzekering/stabiliteit/zicht)
bijmetingen

UITVOERING

calibratie van instrumenten (zero baseline)
transport/logistiek
communicatie/huisvesting/bewaking
bijmetingen: antenne offset (hoogte!)
logboek
meting/registratie
voorlopige berekeningen
quick-look/kwaliteitscontrole
oplossing van acute problemen
analyse/bijsturing

UITWERKING

voorbereiding/data selectie
preprocessing/postprocessing
transformatie
analyse/toetsing
data: opslag/distributie
afhandeling administratieve zaken
rapportage

Dit schema zal bij ieder project enigszins aangepast moeten worden aan de specifieke omstandigheden. Een project in Nederland is namelijk anders dan bijvoorbeeld een project in Griekenland, Ijsland of in Afrika.

In het algemeen vergt de voorbereiding vrij veel tijd. Hierbij zijn een aantal technische en een aantal (vaak vervelende) administratieve zaken van belang. Bij de administratieve zaken is misschien de belangrijkste: hoe een sluitende begroting te krijgen? Vooral bij wetenschappelijke projecten moeten we goed opletten, want de budgetten zijn daar allerminst royaal. Als er bij een project meerdere deelnemers zijn betrokken dan dient de samenwerkingsrelatie en de taakverdeling duidelijk te zijn. Als er ook een commerciële firma (contractor) bij betrokken is, dan wordt meestal een kontrakt opgemaakt.

Bij de technische zaken begint men met de omschrijving van de doelstelling en de specificatie. De goedkeuring en de beschikbaarstelling van een budget is

vaak afhankelijk van deze omschrijving. Het moet dus goed en helder gebeuren.

Na het verzamelen van allerlei gegevens wordt bij de planning het netwerk ontworpen en de duur van de meting vastgesteld. De laatste wordt natuurlijk afgestemd op de beoogde precisie. Men dient er rekening mee te houden dat het project door onvoorziene tegenslagen langer kan duren. Bijvoorbeeld, hoewel GPS-metingen ook onder slechte weersomstandigheden uitgevoerd kunnen worden, zullen de stations dan veel moeilijker bereikbaar zijn waardoor vertraging kan optreden.

Na de planning volgt een verkenning in het veld. Hierbij is het van belang dat de GPS-antenne stabiel opgesteld kan worden met rondom vrij zicht boven een zekere elevatiehoek, bijvoorbeeld van 15°. In tegenstelling tot de klassieke metingen is onderling zicht tussen de stations niet nodig. Op een zeeplatform zal men meestal te maken hebben met de ijzeren konstructies waardoor moeilijk voorspelbare "multi-path" effecten kunnen optreden. Dit zal de meetnauwkeurigheid ongetwijfeld nadelig beïnvloeden.

Een andere belangrijke zaak is de verzekering van GPS punten. Vooral bij deformatiemetingen worden zeer hoge eisen gesteld aan de stabiliteit. De pijlers moeten op harde ondergrond een zware fundering hebben en eigenlijk ook een dubbelwandige warmte-isolatie. Helaas is de verzekering van punten in sommige landen een hopeloze zaak omdat geodetische stenen, bronzen bouten en stalen pijpen geliefde verzamel-objecten zijn voor de bevolking.

De uitvoering van GPS-waarnemingen ten behoeve van basislijnen is simpel daar de ontvangers geheel automatisch werken. Er zijn alleen een aantal routine handelingen nodig voor het opstarten en afsluiten van een meting. Een meetsessie voor de bepaling van één of een aantal simultaan te meten basislijnen duurt gemiddeld 2 uur. De meeste vergissingen worden gemaakt met de bijmetingen ten behoeve van de antenne offset en vooral van de antenne hoogte met een precisie van één millimeter (een kritisch onderdeel van de "Registratie").

Naar onze ervaring kunnen bij GPS-metingen in de praktijk de volgende standaard problemen optreden:

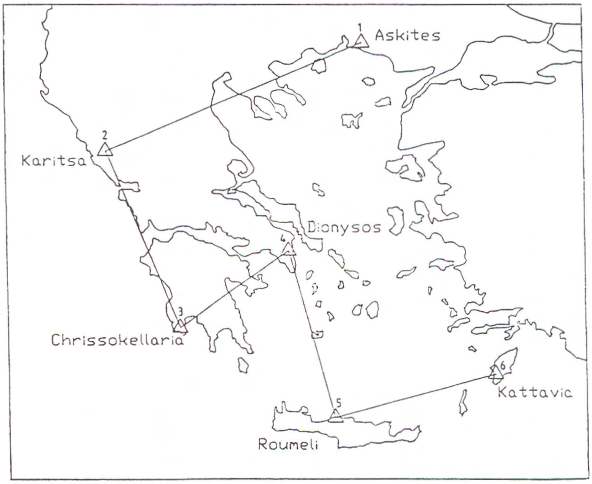
1. transport
2. communicatie
3. stroomvoorziening
4. stabiele vastlegging van punten
5. antenne offset (vooral in hoogte).

Het GPS-project in Griekenland ter bepaling van een lokale deformatie

Dit project werd in 1987 gestart in een samenwerkingsverband van drie instituten namelijk de Universiteit New Castle upon Tyne, de Technical University in Athene en de Faculteit der Geodesie in Delft. Daar het project uitvoerig wordt beschreven in het rapport [P.Cross, e.a.,Delft, 1990], zal ik hier slechts enkele kanttekeningen plaatsen bij de praktische toepassing.

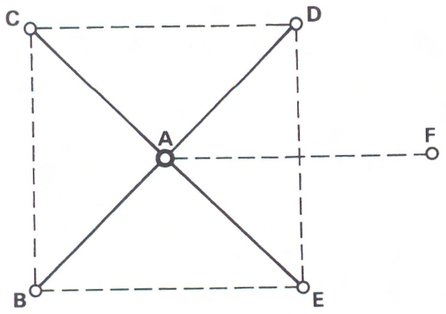
De doelstelling van het project is om na te gaan of de zes laserstations in Griekenland stabiel genoeg zijn ten opzichte van de directe omgeving. Als dat niet zo zou zijn dan zou het WEGENER/MEDLAS project, die de aarddeformatie over grote afstanden wil vastleggen, weinig zinvol zijn. De zes laserstations worden in figuur 1 voorgesteld. Voor de verplaatsing van de waarnemers en de instrumenten tussen deze stations werd gebruik gemaakt van alle beschikbare vervoermiddelen: auto, boot en vliegtuig. Het meetschema werd in drie weken bij zeer goed weer als volgt uitgevoerd:

1 juni: zerobaseline controle in Athene
3/4 juni: meting van het netwerk Askites
6/7 juni: meting van het netwerk Karitsa
9/10 juni: meting van het netwerk Chrisokellaria
12/13 juni: meting van het netwerk Dionysos
15/16 juni: meting van het netwerk Roumelli
19/19 juni: meting van het netwerk Kattavia

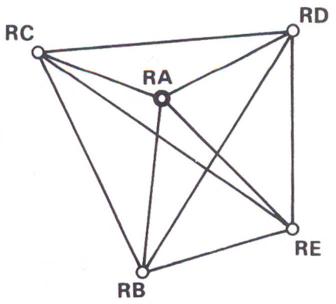


Figuur 1: De zes laserstations in Griekenland

Rondom ieder laserstation werd een lokale netwerk met vier referentiepunten opgezet met onderlinge afstanden tot 10 km. Als ideale vorm voor dit lokale netwerk wordt beschouwd een vierkant gevormd door vier controle punten met het laser-station in het midden (figuur 2). De zes verschillende netwerken wijken in vorm en afmeting min of meer af van dit, theoretisch als ideaal beschouwde, netwerk (figuur 3). De gestelde precisie van één cm met basislijnen tot 10 km wordt bij het gebruik van L1-frekwentie ontvangers in alle redelijkheid als haalbaar geacht.



Figuur 2: Het ideale netwerk



Figuur 3: Het netwerk Askites

Uit praktische overwegingen werd van de bestaande punten van het Griekse lagere orde triangulatie netwerk gebruik gemaakt. Al deze punten zijn in Griekenland met stabiele pijlers verzekerd, met een apart hoogtemerk aan de onderkant van de pijler (de hoogtemerken waren overigens in vele gevallen niet meer aanwezig!). Om het laser-netwerk aan te sluiten op het Griekse triangulatie netwerk, werd een extra eerste of tweede orde punt "meegenomen" in twee meetsessies. Dit punt F (figuur 2) bevindt zich meestal op een grotere afstand en speelt geen rol bij de deformatie berekeningen.

De referentie punten werden door Griekse geodeten en geologen op verschillende criteria geselecteerd: stabiliteit, geometrie en bereikbaarheid met auto's (slechts in één geval moest een ezel gehuurd worden voor het transport van instrumenten). Alle punten werden van tevoren bij de verkenning gecontroleerd. In de meeste gevallen was in heuvelachtige terrein geen onderling zicht tussen de punten zodat conventionele meettechnieken hier nauwelijks toegepast hadden kunnen worden.

De antenne werd op de pijlers opgesteld en gecentreerd boven het vaste merk.

De meting van de antenne hoogte boven dit vaste merk was dus hier voldoende. Om vergissingen uit te sluiten werd deze hoogte op twee onafhankelijke manieren gemeten.

Figuur 4: Het laserstation Chrisokellaria (foto)

De GPS-waarnemingen werden met vijf Trimble 4000SX (L1/5 kanalen) ontvangers uitgevoerd (figuur 4). Uit iedere meetsessie kan men dan uit fasewaarnemingen 10 afhankelijke basislijnen berekenen. Bij ieder netwerk werden vier sessies van circa twee uur gemeten in twee dagen. In de nabije toekomst, als meer satellieten beschikbaar zijn, zullen de metingen veel korter duren. De berekeningen werden in twee stappen uitgevoerd:

1. de basislijnen werden berekend met het multibasislijn programma van Trimble;
2. de basislijnen werden vereffend met een netwerk vereffenings-software. De eindresultaten zijn tenslotte de drie-dimensionele coördinaten van het lokale netwerk en de variantie-covariantie matrices van deze coördinaten.

De gemiddelde standaardafwijking van alle basislijnen bedraagt 6 mm, bijna 0.1 ppm. Het zal pas na de eerstvolgende herhalingsmetingen blijken of deze lokale netwerken significante verschillen zullen vertonen die kunnen wijzen op

lokale deformaties.

Tenslotte kan opgemerkt worden dat de metingen in drie weken volgens de planning succesvol konden worden uitgevoerd dankzij de uitstekende logistiek en de goede samenwerking tussen Engelsen, Nederlanders en Grieken. Een volmaakte organisatie bestaat echter niet: ook hier zijn kleine storingen opgetreden soms veroorzaakt door lege accu's en soms door het niet op tijd aankomen op een punt. Echter dankzij de goede communicatie tussen de meetploegen werden deze storingen altijd snel verholpen zodat de eindresultaten hierdoor nauwelijks in ongunstige zin werden beïnvloed.

Literatuur

Verslag van de Rijkscommissie voor Geodesie over haar werkzaamheden in de jaren 1985-1987. Delft, 1989

F.J.J.Brouwer, J. van Buren, B.H.W.van Gelder, G.J. Husti, C.D.de Jong, G. de Jong, J.C.de Munck, H.J.W.van der Vegt -
Navigatie en Geodetische puntsbepaling met het Global Positioning System.
Delftse Universitaire Pers/1989

Cross, Sellers, van Gelder, Husti, Veis, Paradissis -
Local geological control and national geodetic control using GPS. Reports of the Faculty of Geodesy, Mathematical and Physical Geodesy. 89.1

NAVSTAR/GPS VOOR LANDVERKEER

Prof.dr.ir. D. van Willigen

Inleiding

Het Amerikaanse militaire Navstar/GPS radio-plaatsbepalingssysteem en zijn Sovjet tegenhanger Glonass openen nieuwe mogelijkheden voor navigatie ten behoeve van landverkeer. Personenauto's en vrachtwagens kunnen dan waar ook ter wereld op ieder moment hun positie bepalen. Veel publikaties, met name in de wat meer populair-technische sfeer, wijzen op de welhaast onbegrensde mogelijkheden en nauwkeurigheden die met satelliet-navigatie bereikbaar zijn.
Hoewel we onder de indruk geraken van de enorme prestaties van GPS, moet er op gewezen worden dat het toepassen ervan in het verkeer een aantal problemen kan opleveren.
De wenselijkheid, of zelfs de noodzaak om posities van voertuigen te kennen, kan ingegeven zijn door verschillende beweegredenen. Daardoor zal ook de gewenste nauwkeurigheid en de frekwentie van positiebepaling toepassingsafhankelijk zijn. Zo zal een ondernemer, die een lange-afstand transport met een truck, bijvoorbeeld van Nederland naar het Midden-Oosten verzorgt, slechts een matige nauwkeurigheid vereisen, en de positie behoeft niet iedere minuut bekend te zijn. De transportondernemer is hoofdzakelijk geïnteresseerd in het verloop van het transport en niet in de precieze positie. We gaan er stilzwijgend van uit dat deze informatie via een radio-systeem tot de fleetowner komt. De wensen van de bestuurder van de desbetreffende truck kunnen geheel anders zijn. Hij wil bijvoorbeeld zijn positie heel nauwkeurig kennen om zijn weg te kunnen vinden in een hem onbekende stad in een vreemd land waar hij de straatnaamborden niet kan lezen of vinden. Bij de

politie, brandweer en ambulances zijn de wensen weer anders. Nu is de bestuurder veelal goed bekend met de omgeving, maar wil de meldkamer nauwkeurig de positie van haar voertuigen kennen om deze zo efficiënt mogelijk te kunnen inzetten. Dat vereist een grote mate van nauwkeurigheid. Immers, men moet bijvoorbeeld kunnen zien of een auto aan de linker dan wel aan de rechterkant van een gracht is. En juist in steden waar de gewenste nauwkeurigheid groot is, zijn de prestaties van satelliet-plaatsbepalingssystemen aanzienlijk minder goed dan in het open veld. De auteur veronderstelt dat de lezer goed op de hoogte is van de principes van satelliet-plaatsbepaling en van GPS in het bijzonder. Indien dat wat minder het geval is, verdient het aanbeveling het uitstekende kursusboek 'GPS, Navigatie en Geodetische Puntsbepaling met het Global Positioning System' van Brouwer et al in te zien.

Effekten van stedelijke omgeving en Selective Availability

De nauwkeurigheid van Navstar/GPS plaatsbepaling in stedelijke omgeving kan door een tweetal oorzaken in belangrijke mate worden aangetast:

1 - Selective Availability (SA). De horizontale nauwkeurigheid van GPS in de SPS (Standard Precision Service) mode wordt in de naaste toekomst om militaire redenen teruggebracht van 30 meter tot 100 meter voor 95% van de tijd. Deze degradatie wordt vermoedelijk bereikt door middel van clock-jitter en/of vervuiling van de baan-parameters. Er zijn geen officiële mededelingen gedaan betreffende de resterende 5% van de metingen. Noch de kansdichtheidsverdeling van de amplitude van de fouten, noch de spektrale vermogensdichtheidsfunktie is bekend. De nieuwe block-II satellieten zijn uitgerust met SA faciliteiten en de eerste waarnemingen van de pseudo-ranges van SV #14 zijn niet bemoedigend. Metingen uitgevoerd door Magnavox (zie de figuur) tonen fouten aan van bijna 200 meter.

2 - Afscherming en reflekties van signalen. Voor het verkrijgen van goede nauwkeurigheden streven we naar kleine HDOP's. Deze worden veelal bereikt met één satelliet dicht bij het zenit en drie of meer satellieten met een geringe elevatie en zo goed mogelijk verdeeld langs de horizon. En dat veroorzaakt nu juist in stedelijke omgevingen en in bergachtige gebieden problemen, want de horizon is vaak 'vervuild' door gebouwen, bossen en heuvels. Meerdere onderzoekers hebben gemeld dat in steden ongeveer de helft van de tijd geen volledige fix op basis van 4 pseudo-ranges bepaald kan worden. En voor de resterende helft van de metingen moet men zich serieus afvragen of de metingen niet onbetrouwbaar geworden zijn ten

gevolge van reflekties en afscherming van de signalen. In bosrijke gebieden kunnen signalen van lage-elevatie satellieten bovendien ekstra verzwakt worden ten gevolge van het relatief lange pad door het bladerdak.

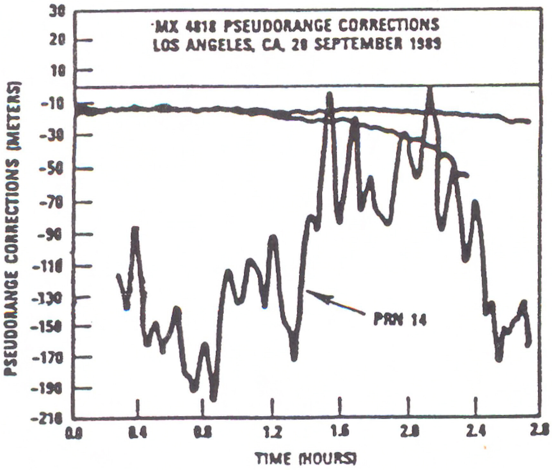
Deze twee foutoorzaken stellen ons voor een lastig probleem. De veel gebruikte filtertechnieken voor ruwe pseudo-ranges of posities zullen om twee redenen niet voldoende tot de gewenste verbetering van de nauwkeurigheid leiden. Ten eerste is de toegepaste Selective Availability niet gedefinieerd. Het is geen random proces met een gemiddelde fout gelijk aan nul. Met SA streeft men er immers naar de nauwkeurigheid voor de civiele gebruiker effektief te reduceren. Ten tweede bevatten de SA-verstoringen zeer lage frekwenties wat ons zou dwingen om onpraktisch trage filters toe te passen. En ten slotte hebben de reflekties in steden een gekompliceerd karakter. Reflekties komen altijd later in de ontvanger aan dan de direkte signalen. De kansdichtheidsverdeling van de tracking-fouten heeft daarom waarschijnlijk een bias. Afscherming zal de GPS-ontvanger ervaren als een afnemende signaal-ruisverhouding. Maar bij volledige afscherming van het direkte signaal en met gelijktijdige ontvangst van reflekties zal in de ontvanger wellicht de 'low-SNR' bel ten onrechte niet gaan rinkelen. Maar hoewel de gemelde problemen de nauwkeurigheid van GPS in stedelijke omgeving ongeveer 100 m tot 1 km zal bedragen, is dat voor veel toepassingen nog ruim voldoende. De vraag rijst dan wel of goedkopere systemen zoals Loran-C niet een beter alternatief vormen.

GPS als 'sole-means navigator', of als sensor in gehybridiseerd auto-navigatiesysteem

De lezer zal zich nu misschien afvragen of GPS/Navstar eigenlijk wel geschikt is voor voertuignavigatie. Het antwoord kan een overtuigend ja zijn indien GPS niet als een zelfstandig - sole-means - systeem wordt toegepast. De GPS-ontvanger moet geholpen worden door 'rate-aiding'-informatie bijvoorbeeld afkomstig van wiel-sensoren en magnetische kompassen. Een andere mogelijkheid is dat de GPS-ontvanger dient als sensor in een gehybriseerd of geïntegreerd navigatie-systeem. Beide oplossingen behoeven een nadere uitleg.
GPS-ontvangers verliezen in stedelijk gebied vaak het signaal hetgeen de kode- en de draaggolf-tracking onderbreekt. Wanneer het signaal weer terugkeert, wordt de tracking met behulp van een initialisatie-procedure weer opgestart. Bij frekwente signaalinterrupties is de tijd die benodigd is om de ontvanger weer in de track-mode te brengen,een belangrijke parameter. Laten we eens aannemen dat de initialisatietijd van de ontvanger 2 sekonden bedraagt en dat het voertuig, rijdend door een gebied met veel bebouwing, de gewenste satelliet tussen twee huizenblokken gedurende slechts 2,1 s kan

'zien'. Na de vereiste initialisatie kan het signaal dus maar gedurende 0,1 s gevolgd worden. Wanneer de opstarttijd langer dan 2 s zou zijn, is er van tracking in het geheel geen sprake meer. De mate van 'tracking'-sukses in een stad kan berekend worden wanneer de kansdichtheidsverdeling van de satelliet-in-zicht-tijden voor de gegeven elevatie bekend is. Helaas is dit niet het enige probleem. Huizen en obstakels veroorzaken vaak reflekties van de signalen die met het direkt ontvangen signaal kunnen interfereren. Deze menging veroorzaakt pseudo-range fouten in de kode-en de draaggolf-'trackers'. In het geval dat de reflekties sterk zijn en gelijktijdig het direkte signaal zwak, is er kans dat de ontvanger 'lockt' op de reflektie welke altijd later aankomt dan het direkte signaal. Het gemeten resultaat is natuurlijk onbruikbaar en de ontvanger is zich wellicht van het probleem zelfs niet bewust.
Het is gebruikelijk de kode en de draaggolf met tweede-orde regellussen te volgen. De in de lus aanwezige range-rate, de tweede-orde-informatie, kan de ontvanger helpen om perioden van signaalonderbrekingen te overbruggen en de ranges te voorspellen in plaats van deze dan te meten. Dit is een vorm van gegist bestek, hetgeen inhoudt dat gedurende deze tijd de vektoriële snelheid van de auto naar de satelliet niet mag veranderen. Het lineaire bereik van de code-delay-lock loop is ongeveer 300 meter. Dus wanneer gedurende de signaalonderbreking het geakkumuleerde verschil tussen de ware en de gegiste pseudo-range groter dan ongeveer 150 meter wordt, zal na signaalterugkeer de ontvanger noodgedwongen in een re-initialisatie-procedure komen. Het zal uit het voorgaande duidelijk zijn dat draaggolf-tracking zich niet leent voor dead-reckoning gedurende signaalonderbrekeningen. Sommige ontvangers zijn in staat om ekstern aangevoerde range-rate informatie te gebruiken om de kode-lussen te helpen gedurende tijden dat de ontvangen signalen onbruikbaar zijn.
Algemeen kunnen we stellen dat zelfs met de beste kwaliteitskontrole van de ontvangen signalen en met uitstekende eksterne rate-aiding informatie, het uiteindelijke resultaat nooit beter kan worden dan de door de SA bepaalde waarde.
Nauwkeurige positiebepaling in stedelijke omgeving kan waarschijnlijk veel eleganter gerealiseerd worden met behulp van 'map-matching'-technieken zoals toegepast wordt bij Carin van Philips en de Travelpilot van Blaupunkt. Dergelijke systemen bieden indrukwekkende nauwkeurigheden in de orde van een paar meter. Maar 'map-matchers' moeten soms ook geholpen worden tijdens de opstartprocedures en tevens wanneer er meerdere korrelatiepieken verschijnen van vergelijkbare grootten. Hier kan GPS/Navstar een goede hulp zijn om de korrekte korrelatie snel te vinden. Daar GPS een krachtig hulpmiddel is om het 'map-matching'-proces te bewaken kan op deze wijze autonome integriteit van het navigatie-systeem bereikt worden. Maar ook hier moeten we uiterst zorgvuldig te werk gaan, immers de fouten veroorzaakt

door reflekties, signaalonderbrekingen en Selective Availability mogen geen aanleiding geven tot vals alarm.



Pseudo-range variaties ten gevolge van Selective Availability toegepast op SV #14. De meting is verricht door Magnavox. Ter vergelijking zijn tevens twee pseudo-ranges van non-SA satellieten afgebeeld.

Konklusies

Navstar/GPS kan een zeer bruikbaar hulpmiddel zijn voor auto-navigatiesystemen. Maar de spoedige invoering van Selective Availability en de onzekere zicht-verbinding naar de satellieten maken het systeem minder geschikt voor precisieplaatsbepaling. In omgevingen met een redelijk vrij uitzicht rondom, kan over een aantal jaren een wereldwijde 100 meter nauwkeurigheid verwacht worden.
Fleet-management systemen kunnen GPS toepassen als primaire plaatsbepalings-sensor met beperkte nauwkeurigheid. Bij nauwkeuriger gehybridiseerde systemen kan GPS uitstekend als additionele sensor fungeren ten behoeve van initialisatie en procesbewaking.
De aanvaarding van Navstar/GPS in de voertuigwereld zal mede afhangen van de mate waarin de prijs van ontvangers zal dalen. De huidige prijzen zijn prohibitief en in de Verenigde Saten wordt daarom door sommige analisten verwacht dat in de komende jaren Loran-C de voertuigmarkt zal beheersen. De auteur ziet met belangstelling de komende ontwikkelingen in Europa op dit terrein tegemoet.

" In de wetenschap gelijken wij op kinderen, die aan de oever der kennis hier en daar een steentje oprapen, terwijl de wijde oceaan van het onbekende zich voor onze ogen uitstrekt. ".

John Newton

OVER ZEESPIEGELRIJZING, HET BROEDGEDRAG VAN TREKVOGELS EN HET GLOBAL POSITIONING SYSTEM

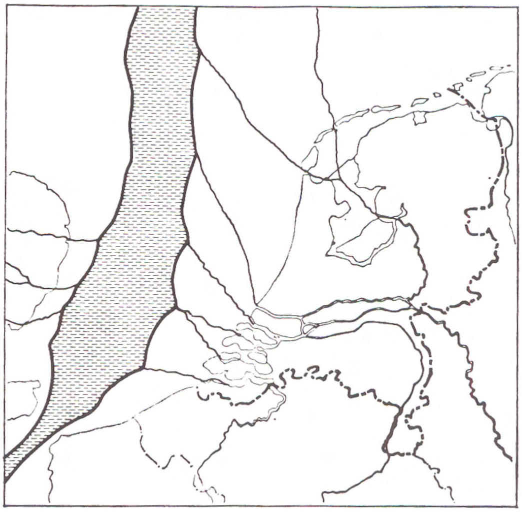
Dr.ir. F.J.J. Brouwer

Oorzaken van zeespiegelrijzing

Uit de berichtgeving in de pers zou men de indruk kunnen krijgen dat het fenomeen zeespiegelrijzing specifiek van onze tijd is. Niets is echter minder waar; volgens algemeen erkende cijfers is er sedert het begin van het einde van de laatste ijstijd (Weichsel, circa 12.000 jaar geleden) een zeespiegelrijzing opgetreden van ongeveer 130 meter! De oorzaak van deze rijzing is uiteraard glaciogenetisch, dat wil zeggen veroorzaakt door het afsmelten van landijs en gletsjers (figuur 1).
Daarnaast kan de beweging van het wereldzeeniveau op een geologische tijdschaal ook epirogeen zijn, dat wil zeggen het gevolg van de veranderende inhoud van de gezamenlijke oceaanbekkens door wijzigingen in bodemdiepte of zijdelings areaal.

Deze inleiding is uiteraard bedoeld om de zeespiegelrijzing als gevolg van de verwachte klimaatverandering in onze tijd (het "broeikaseffect") in het juiste perspectief te stellen. Peilmeetstations langs de Nederlandse kust als Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden, Den Helder en Delfzijl hebben over de laatste eeuw een relatieve zeespiegelrijzing gemeten variërend van zo'n 15 tot 20 cm [1]. De toevoeging "relatief" wil zeggen dat er ook een aanzienlijke bodemdalingscomponent in deze waarde zit; het peilmeetstation kan namelijk geen onderscheid maken tussen oplopend gemiddeld zeeniveau doordat er inderdaad meer water voor de dijk staat, of doordat het station met z'n hele omgeving omlaag zakt door tektoniek en compactie van diepere aardlagen. Volgens de huidige inzichten bedraagt dit effect zo'n 5 à 10 cm per eeuw langs

de Nederlandse kust, zodat het resultaat voor de momentane "echte", zogenaamde eustatische zeespiegelrijzing aardig overeenstemt met de waarde die geologen hebben gevonden voor de Nederlandse Noordzeekust: ongeveer 6 meter in de laatste 6000 jaar [2],[7].



Figuur 1: De zuidelijke Noordzee, zo'n 12000 jaar geleden.

Beschouwen we nu de zogenaamde trendbreuk in de zeespiegelrijzing ten gevolge van de mondiale klimaatverandering. Werk van Oerlemans [3], onder andere ten behoeve van de reeds eerder aangehaalde Kustnota van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat [1], geeft aan dat de meest waarschijnlijke waarde voor de zeespiegelrijzing 60 centimeter is voor de komende eeuw. Aangezien de standaardafwijking van dit getal echter ook enige decimeters is, is het beter om te zeggen: redelijkerwijs ligt de waarde tussen de 35 en 85 centimeter per eeuw. Overigens is er zelfs nog een kans van 5% dat het water over een eeuw lager staat dan nu, gezien de onzekerheden in de aan deze voorspelling ten grondslag liggende gegevens en modellen. Zo weten we wel precies hoeveel zeewater uitzet als het 1 graad Celcius warmer wordt ($\pm$ 3 cm voor 100 m diep water), maar welk temperatuur-scenario moet je nemen en hoe diep dringt de opwarming eigenlijk door? Vergelijkbare vragen bestaan ook bij de kwantificering van het smelten van gletsjers en de af/toename van de hoeveelheid ijs op Groenland en Antarctica. (N.B. het ijs van de Noordpool drijft en daarom zal volgens de wet van Archimedes het smelten van de Noordpool geen zeespiegelrijzing tot gevolg hebben!).

Gevolgen van zeespiegelrijzing

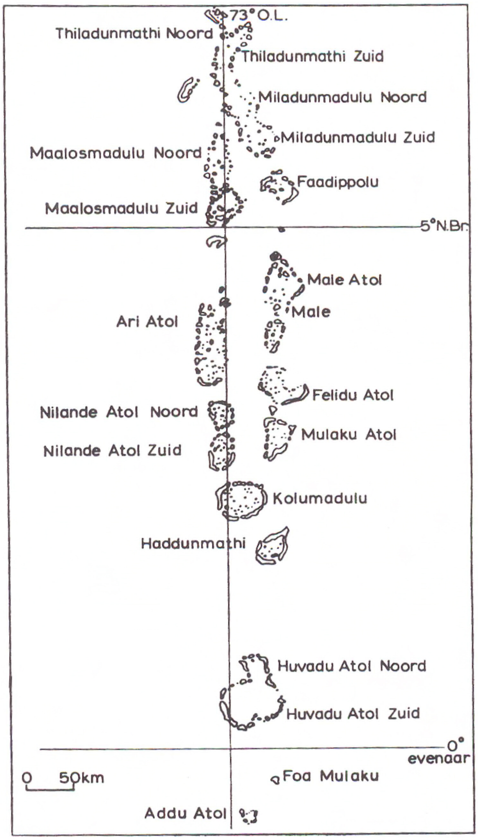
Einstein leerde het ons al: alles is relatief! Zo was het hiervoor bij de oorzaken van zeespiegelrijzing; zo is het ook ten aanzien van de gevolgen! Wat ik hiermee wil zeggen is, dat iedereen wel de slechte gevolgen van zeespiegelrijzing kent, maar niet de goede kanten.

Beginnen we met de slechte

Laagliggende landen als Bangladesh zullen enorme overstromingen te verduren krijgen als het gemiddeld zeeniveau met 1 of 2 meter zal stijgen, terwijl in dat geval het eilandenrijk de Malediven bestaande uit 19 atollen (figuur 2) vrijwel geheel onder de golven zal verdwijnen.....

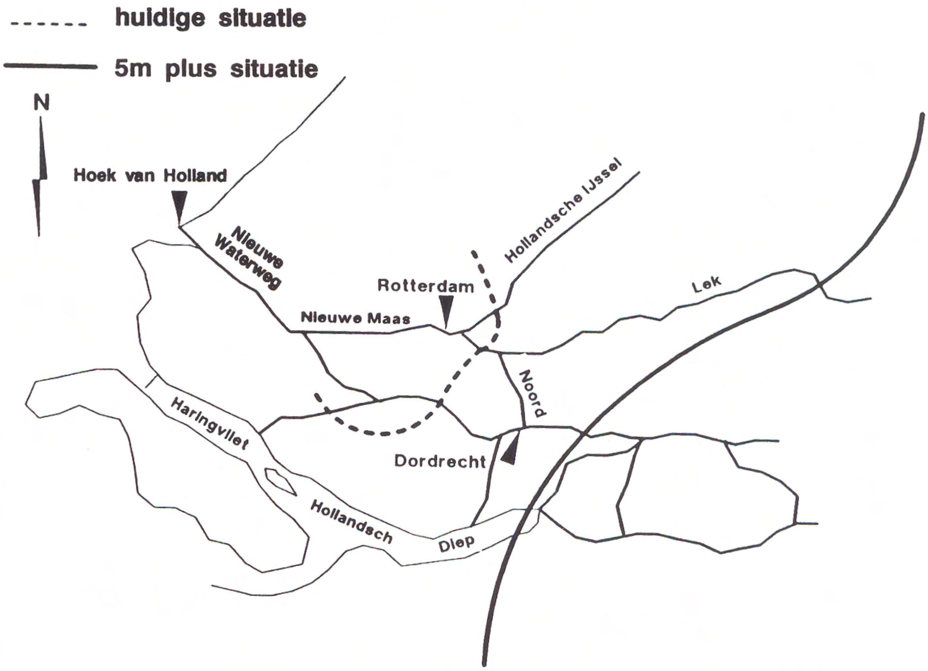
Dat risico loopt Nederland niet! Anders dan de Malediven hebben wij duinen en dijken en de ontwerphoogte daarvan is niet gebaseerd op gemiddeld zeeniveau, maar op de hoogte van het water van een stormvloed plus springtij, inclusief golfoploop. Het bepalen van de juiste hoogte van een dijk is een subtiel proces, waar we hier niet verder op in kunnen gaan, maar weet wel dat de invloed van de opstuwende kracht van de wind en de golfhoogte de risicofactoren zijn, en niet het gemiddeld zeeniveau of het getij.

We praten hier over een klimaatverandering, die onder andere zeespiegelrijzing tot gevolg heeft. De moeilijke factor is derhalve voor Nederland de kracht en windrichting van stormen te voorspellen in zo'n veranderend klimaat, en daarmee de feitelijke waterhoogte. Een grove schatting van de kosten benodigd voor dijkverhoging en zandsuppletie voor de duinen is zo'n 10 miljard gulden bij een zeespiegelrijzing van 1 meter [4].



Figuur 2: Het atollenrijk de Malediven in de Indische Oceaan.

Hiermee zijn we er echter nog niet. Er dringt bijvoorbeeld meer zout water binnen via de rivieren en ondergrond en dat levert problemen op in verband met de landbouw en de drinkwatervoorziening (figuur 3).



Figuur 3: De verandering van de zout water indringing bij een zeespiegelrijzing van 5 meter.

Een van de grootste problemen is echter het IJsselmeer. Ongeveer 1/9 van de afvoer van de Rijn komt via de IJssel in het IJsselmeer terecht. Momenteel wordt het waterniveau daarvan gedurende de winter op 40 cm onder gemiddeld zeeniveau gehouden en in de zomer op -20 cm. Dit peil maakt het mogelijk via de Stevin- en Lorentzsluizen op natuurlijke wijze te spuien op het moment dat het eb is. Tot maximaal zo'n 50 cm zeespiegelrijzing kan dit systeem blijven functioneren, daarna moet Nederland - ten koste van grote financiële inspanningen - kiezen. De opties zijn:

a. dijkverhoging langs het IJsselmeer en de IJssel, zodat het niveau op het IJsselmeer mee kan stijgen met het peil van de Waddenzee, maar dat betekent erg veel kilometers dijkverhoging, plus bemaling van polders die nu nog op natuurlijke wijze kunnen spuien;
b. het bouwen van een aantal pompstations op de Afsluitdijk om het IJssel-

meer te kunnen bemalen; we praten hier echter over een benodigde pompcapaciteit van 300 miljoen kubieke meter per dag; dit is 10 maal meer dan het grootste pomp-station dat we nu hebben in Nederland!

c. het verminderen van de inlaat van water op de rivier de IJssel, zodat er uiteindelijk minder water in het IJsselmeer terecht komt; de Rijn moet dan via de Nieuwe Waterweg meer afvoeren en dat betekent natuurlijk daar weer dijkverzwaring.

Zo bevindt Nederland zich net als Odysseus haast letterlijk tussen de watergoden Scylla en Charibdis!

Er zijn echter ook positieve effecten te signaleren. Zo besteedt het Nederlands Instituut voor het Onderzoek der Zee (NIOZ) te Texel veel aandacht aan de invloed van klimatologische veranderingen op de Waddenzee [5]. Wat zij tot dusverre gemerkt hebben, is dat - dankzij de zachte winters van de laatste jaren - het totaal aantal dieren (kreeften, mosselen, vissen,...) niet veel veranderd is, maar dat er nu wel iets meer soorten voorkomen, en dat bovendien de populatie wat stabieler is, omdat deze in de winter niet zo'n grote terugslag krijgt als gevolg van kouder en zelfs bevroren water.

Mocht door de klimaatverandering de gemiddelde temperatuur hier ongeveer 2 graden Celsius stijgen, dan wordt de Waddenzee vergelijkbaar met het Seine-estuarium, waar nu zo'n 25% meer soorten voorkomen dan in de Waddenzee! Deze extra soorten zullen zich bij zo'n temperatuurstijging ook in de Waddenzee kunnen vestigen, "hink-stap springend" via alle riviermondingen of door mee te reizen gekleefd aan de kiel van een kustvaarder. Let op dat landdieren niet zo mobiel zijn en bij 2 graden temperatuurstijging last krijgen van verdroging van hun drinkplaatsen en hierdoor kunnen uitsterven!

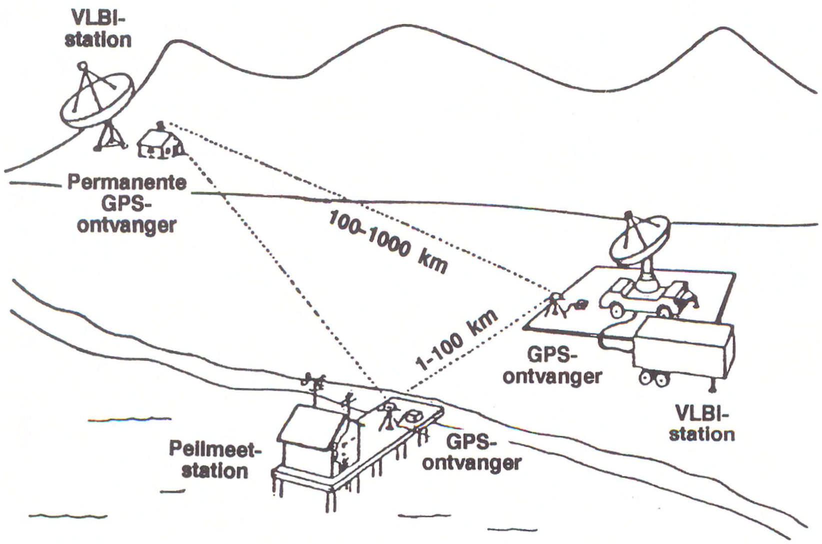
Zeespiegelrijzing heeft uiteraard tot gevolg dat de Waddenzee minder droog valt. De vissen krijgen daarmee meer tijd om bodemdiertjes te eten. Bovendien is het water warmer door de klimaatverandering, waardoor de (koudbloedige!) vissen toch al sneller groeien. Dit betekent dat er meer vis in de Waddenzee komt. Een analoge redenering geldt voor de kreeftachtigen. De stap van meer kreeftjes en vissen naar de trekvogels is nu snel gemaakt: op weg van de Middellandse Zee naar het Noorden strijken de trekvogels voor een periode van ongeveer een maand neer in het Waddengebied om bij te eten. De Waddenzee is het enige gebied in Europa dat zulke grote aantallen vogels de mogelijkheid biedt van zo'n tussenstop. Wetenschappelijk onderzoek heeft al de relatie gelegd tussen de beschikbare hoeveelheid eten (biomassa) gedurende hun verblijf in de Waddenzee en de hoeveelheid eieren die de vogels in het broedseizoen leggen in Scandinavië.

De conclusie is duidelijk: klimaatverandering heeft via warmer water en zeespiegelrijzing meer vis en bodemdieren in het Waddenzeegebied tot gevolg, hetgeen aan het eind van de voedselketen een positief effect heeft op de trekvogelstand!!!

Meten van zeespiegelrijzing

De voornaamste interesses van de Rijkswaterstaat (RWS) - als maatschappelijk-dienstverlenende organisatie - met betrekking tot zeespiegelrijzing liggen uiteraard bij de zogenaamde "impact"-studies, het afschatten van de consequenties bij verschillende scenario's. Daarnaast is het feitelijk meten van zeespiegelrijzing in Nederland een zaak van de Dienst Getijdewateren van de Rijkswaterstaat (DGW). Reeds in het begin van dit artikel is gewezen op het belang van de bodembewegingscomponent in de gemeten zeespiegelrijzing. Hier wordt dus de inbreng gevraagd van de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat (MD), die binnen de RWS de geodetische discipline vertegenwoordigt. De samenwerking tussen MD en DGW, gericht op het meten van de - versnelde - zeespiegelrijzing, kent dan ook een aantal elementen, die gezamenlijk het beeld moeten opleveren op grond waarvan beleidsbeslissingen over eventuele dijkverhoging en dergelijke, genomen kunnen worden. Enkele van de meest belangrijke onderzoeksaspecten zijn:

- de invloed van de gebruikte statistische analysemethode op het uiteindelijk verkregen cijfer voor de zeespiegelrijzing;
- het uit de Nauwkeurigheidswaterpassingen van Nederland afleiden van de hoogteverandering van de zogenaamde Nulpalen ten gevolge van bodembeweging; dit zijn ondergrondse peilmerken van het NAP die de hoogtedefinitie van de peilschaal vastleggen. Tot dusver zijn hiervoor waterpasmetingen gebruikt vanaf ongeveer 1930; er wordt nog onderzocht in hoeverre de Eerste Nauwkeurigheidswaterpassing van het einde van de vorige eeuw te gebruiken is, zodat de bodembeweging van Nederland - en dus ook van de peilschalen - over de laatste 100 jaar bekend is;
- het ontwerpen van een meetopzet gebaseerd op moderne puntsbepalingssystemen ter verificatie van de hoogteligging van de peilschalen in de toekomst. Ofschoon waterpassen nog wel een heel aantal jaren in de mode zal blijven, is voor de specifieke toepassing van het bepalen van hoogten van nulpunten van peilschalen de methode wel erg arbeidsintersief en dus duur. Er wordt daarom een meetschema ontworpen met toepassing van VLBI (Very Long Baseline Interferometry) en/of SLR (Satellite Laser Ranging) als ruggegraat en GPS (Global Positioning System) als verdichtingsmethode. In figuur 4 wordt deze meetopzet nog eens verduidelijkt.



Figuur 4: Meetopzet ter bepaling van - voor bodembeweging gecorrigeerde - zeespiegelrijzing.

Uiteraard is het meten van zeespiegelrijzing niet een privé zaak voor Nederland alleen. Rijkswaterstaat participeert dan ook in een Europees consortium van 22 instituten uit 10 landen die gezamenlijk een voorstel hebben gedaan aan de Europese Gemeenschap voor onderzoek naar zeespiegelrijzing in het kader van het EPOCH-project (European Programme On Climatology and natural Hazards) onder de titel: "Klimaatverandering, zeespiegelrijzing en de gevolgen hiervan voor Europa".

Op het moment van schrijven (mei 1990), weet ik nog niet of deze onderzoeksaanvraag succesvol is, maar de Rijkswaterstaat heeft er wel alle vertrouwen in. In ieder geval begint de MD in juli 1990 met de eerste GPS-metingen ter bepaling van hoogteveranderingen van peilmeetstations. Maar hoe dan ook, Nederland heeft op waterstaatkundig gebied een traditie hoog te houden, dus ook op het gebied van het meten van zeespiegelrijzing spreken we ons woordje mee!

GPS en zeespiegelrijzing

In de vorige paragraaf is gewezen op de noodzaak eventuele hoogteveranderingen van peilmeetstations te bepalen met het Global Positioning System

(GPS). In andere artikelen in dit Lustrumboek wordt voldoende aandacht besteed aan de opzet en werking van GPS. Daarom staan we hier alleen nog stil bij de methodische aanpak van hoogteverschilbepaling met behulp van GPS, als een zuiver puntsbepalingsvraagstuk, en geven een schets van de aanpak waarmee de MD tracht tot een optimale bepaling van hoogteverschillen van peilmeetstations te komen.

In wezen is het zeer eenvoudig. Beschouw GPS-waarnemingen als gemeten afstanden tussen satelliet en ontvanger. De positiebepaling van een station is dan te beschouwen als een driedimensioneel Snelliuspunt met afstanden. Met drie afstanden zijn - bij gegeven satellietposities - de X,Y en Z-coördinaat van de ontvanger te bepalen.
Door lineariseren van de waarnemingsvergelijking:

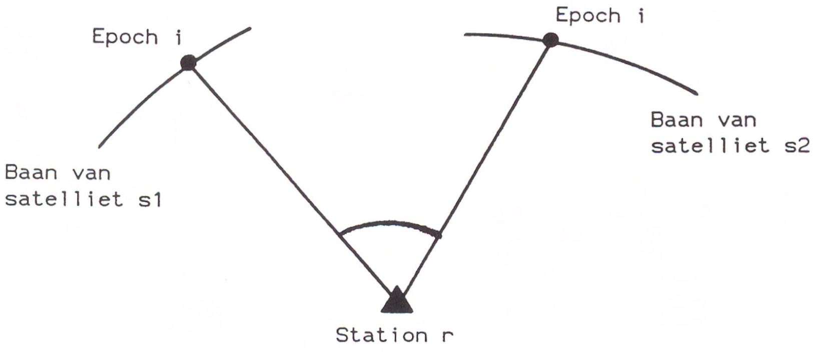
$$L = \sqrt{[(Xs-Xo)^2+(Ys-Yo)^2+(Zs-Zo)^2]}$$

en toepassing van de voortplantingswet kan de standaardafwijking van de stationscoördinaten worden berekend. Nu is de precisie uiteraard afhankelijk van de onderlinge snijdingshoek (figuur 5) van de gemeten afstanden. Dit is voor een paar situaties gedaan in onderstaande tabel (satellieten steeds symmetrisch ten opzichte van het zenit; standaardafwijking afstandmeting 1 cm):

Snijdings	standaardafwijking horizontale positie (cm)	standaardafwijking hoogte
0,1	8102,8	0,7
10	8,1	0,7
40	2,1	0,8
90	1,0	1,0
170	0,7	8,1

Hieruit blijkt dat de meest nauwkeurige hoogte wordt verkregen met alle satellieten ongeveer in het zenit. Dit levert twee problemen op: ten eerste is de horizontale positie (geografische lengte en breedte) slecht bepaald en ten tweede kunnen de meerduidigheden in de fasemeting ("N-bias") niet worden opgelost. Analoog echter aan wat bij de inzet van VLBI-metingen voor hoogteverschilbepaling is gebeurd [6], biedt toevoeging van zogenaamde "gewogen onbekenden" voor de geografische lengte en breedte hiervoor een even simpele als effectieve oplossing (de "Bayesiaanse" aanpak). Deze onbekenden

in het kleinste kwadraten probleem worden dus binnen de mogelijkheden van hun standaardafwijking op de a priori waarde vastgehouden - we zijn hier toch niet echt in geïnteresseerd -, zodat de hoogte er optimaal geschat uit komt. De a priori waarden volgen uiteraard uit een "echte" GPS campagne waarbij deze "trucendoos" niet wordt opengetrokken. Uiteraard kan dit basisidee - vooropgesteld natuurlijk dat je wat te kiezen hebt, dat wil zeggen dat eerst de volledige GPS-satellietconfiguratie beschikbaar moet zijn - ook worden toegepast binnen één campagne door een afgewogen meetopzet; bijvoorbeeld door een deel specifiek te ontwerpen qua satallietkeuze op "N-bias"-bepaling en een deel specifiek op hoogte.



Figuur 5: Snijdingshoek van gemeten GPS-afstanden.

Op deze wijze hoopt de MD in staat te zijn te zijner tijd de benodigde subcentimeter-precisie te halen bij de hoogteverschilbepaling van peilmeetstations, om zo de bodembewegingscomponent uit de gemeten relatieve zeespiegelrijzing te filteren. Maar dit is nog niet het grootste probleem; het gehele meetproces zit vol storende ruisfactoren, per slot van rekening ben je op zoek naar een effect van maximaal 1 centimeter per jaar binnen een dagelijkse verandering van enige meters in waterstand ten gevolge van eb en vloed. Om dan ook tot slot bij het motto van het lustrumboek aan te sluiten: over een halve eeuw van nu zijn we een heel eind in de goede richting bij het bepalen van zeespiegelrijzing.....

Literatuur

[1] J.G. de Ronde & J.A. Vogel: Kustverdediging na 1990; technisch rapport 6: zeespiegelrijzing; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, februari 1988.
[2] N.A. Mörner: The Fennoscandian Uplift: geological data and their geodynamical implication; in: Earth Rheology, Isostasy and Eustasy, ed. N.A. Mörner, Wiley, 1980.
[3] J. Oerlemans: A projection of future sea level; Climatic Change, 1989.
[4] J.G. de Ronde: Past and future sea level rise in The Netherlands; Tidal Waters Division of Rijkswaterstaat, 1989.
[5] J.Beukema: Expected effects of climatic changes on coastal areas; ed. J. Beukema; Kluwer, 1990.
[6] R.E. Molendijk: Simulation computations for an optimized European VLBI Height Campaign; rapport MDTNO-R-9030, 1990.
[7] R.F. Berkers e.a.: Zeespiegelbeweging; rapport derdejaars project, Faculteit der Geodesie, TU Delft, 1990

WAT HEBBEN GPS EN FOTOGRAMMETRIE MET DE FLEVOPOLDER TE MAKEN?

Ir. D. Boswinkel

Inleiding

In de zomer van 1987 is in de Flevopolder een unieke test uitgevoerd, waarbij een GPS-ontvanger aan boord werd meegenomen tijdens een grootschalige fotovlucht. Deze test maakte het voor het eerst moge-lijk om kinematische GPS-posities op grote schaal te vergelijken met onafhankelijk berekende coördinaten tot op centimeterniveau. Het belang van de test werd nog versterkt, doordat eerdere simulatie-berekeningen (Friesz 1986) hadden aangetoond, dat bij een voldoend precisieniveau (meter(s) tot centimeters, afhankelijk van de foto-schaal) GPS-waarnemingen tijdens een fotovlucht een aanzienlijke besparing aan paspunten kunnen opleveren. In dit artikel wordt deze testvlucht beschreven en wordt ingegaan op de mogelijkheden die GPS in de fotogrammetrie biedt.
De test werd uitgevoerd door de Meetkundige Dienst (MD) van Rijkswaterstaat in samenwerking met de faculteit Geodesie, KLM Aerocarto, TU Stuttgart en Sercel France.

Iets over fotogrammetrie

Zoals alle goede wetenschappen heeft ook de fotogrammetrie zijn eigen fundamentele probleem. Dit fundamentele probleem is dat van de reconstructie. Fotografie is een afbeelding van de driedimensionale wereld om ons heen op het begrensde tweedimensionale vlak van het negatief. Dit alles speelt zich af in de fractie van een seconde dat de sluiter openstaat. De weg terug, van

negatief naar de driedimensionale wereld in de vorm van een kaart of database, verloopt aanzienlijk moeizamer. Bij een afbeelding van 3D naar 2D is er sprake van een rangdefect, er gaat informatie verloren. Anders gezegd, bij elke foto is een oneindig aantal originelen denkbaar, dat hetzelfde plaatje op zou kunnen leveren. Om dit probleem het hoofd te bieden worden aannames over het origineel gedaan (vlak terrein, digitaal hoogtemodel) of wordt gebruik gemaakt van overlappende foto's (stereofotogrammetrie).
Maar ook dan nog is het niet zonder meer mogelijk, uit de tweedimensionale foto's een eenduidige relatie met het terrein te bepalen. We zijn gestuit op het probleem van de reconstructie. Het probleem schuilt hierin, dat de aard van de afbeelding (in het algemeen een centrale projectie) wel bekend is, maar dat een aantal parameters van de afbeelding (positie en stand van de camera, brandpuntsafstand...) nog nader bepaald moeten worden.
Indien er met overlappende foto's wordt gewerkt, kunnen punten in de overlap worden gebruikt om een relatieve oriëntatie te bepalen, waarbij op een zevental parameters na de onderlinge posities en standen worden bepaald. Om deze laatste zeven parameters (absolute oriëntatie) te bepalen is in ieder geval extra informatie nodig, bijvoorbeeld in de vorm van paspunten, punten waarvan de coördinaten in het gewenste systeem bekend zijn, en die zichtbaar zijn op een of meer foto's.
Deze relatieve oriëntatie is bij grotere aantallen foto's echter niet erg stevig, indien zij alleen bepaald wordt door middel van de punten in de overlap (verbindingspunten). De gebruikte paspunten hebben dan ook als tweede functie om de precisie van het blok te verbeteren.

Hulpinstrumenten

Het is met name deze laatste functie van de paspunten, versteviging van het blok, die het benodigd aantal paspunten voor een gebied bepaalt. Vanouds is dan ook naarstig gezocht naar methoden om het aantal benodigde (dure) paspunten te verminderen.
De zogenaamde hulpinstrumenten in de fotogrammetrie kunnen de relatieve oriëntaties verbeteren, doordat ze een of meer van de zes oriënteringsparameters per foto direct of indirect waarnemen. Instrumenteel werd dit gerealiseerd door zulke exotische apparaten als een zonnecamera, een horizoncamera of een statoscoop, die respectievelijk de stand van de zon, de horizon en variaties in de luchtdruk waarnemen. Van deze instrumenten hebben horizon- en zonnecamera nooit grote ingang gevonden, omdat voor de uitwerking van de metingen nog eens speciale apparatuur nodig was. Alleen de statoscoop wordt nog wel op enige schaal gebruikt.
Met de komst van het NAVSTAR/GPS-systeem kwam het idee van hulpinstrumenten in de fotogrammetrie in een kleine stroomversnelling. Simulatieberekeningen (Friesz 1986) toonden aan, dat bij een precisieniveau van enkele

meters reeds aanzienlijke voordelen te behalen zijn bij kleinschalige fotogrammetrie.

Geschiedenis test

Naar aanleiding van deze positieve geluiden, besloot de MD in de zomer van 1987 een test uit te voeren met een GPS-ontvanger aan boord bij een grootschalige (1:4000) fotovlucht. Doel van de test was enerzijds om inzicht te krijgen in de haalbare precisie voor de GPS-waarnemingen, anderzijds om te onderzoeken wat voor paspuntbesparing het gebruik van GPS als hulpinstrument voor grootschalige fotogrammetrie op zou kunnen leveren. (De MD vliegt bijna uitsluitend op schalen 1:4000 - 1:5000).

Op zoek naar een gebied

Het gebied, waar de test werd uitgevoerd, moest aan enkele specifieke eisen voldoen:

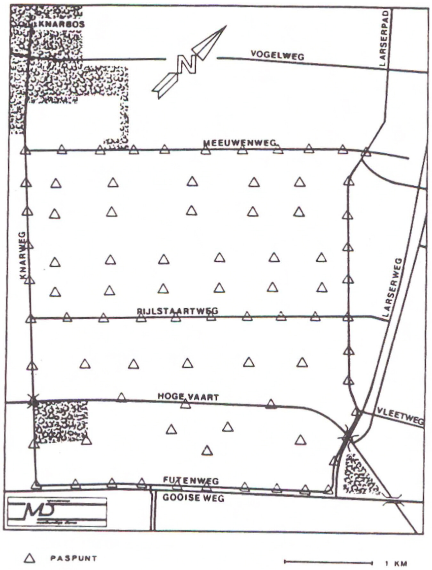
- De meetkundige grondslag ten behoeve van de paspunten moest snel uitgezet kunnen worden; het terrein moest zoveel mogelijk vrij zicht hebben.
- Omdat de pas- en controlepunten ook met GPS zouden worden ingemeten, moesten obstakels als hoogspanningsmasten, hoge bomen en gebouwen en dergelijke worden vermeden.
- De paspunten moesten goed per auto bereikbaar zijn.

Het was met name het eerste criterium, dat de keuze op de flevopolder deed vallen. Het landschap vertoont er een zeer regelmatig patroon, en er zijn nauwelijks obstakels die het zicht belemmeren. Het gebied was zelfs zo 'landmetervriendelijk', dat de verkenning grotendeels achter het bureau, op de kaart kon worden uitgevoerd. Het uiteindelijke gebied mat ongeveer 4 x 4 km en was dicht belegd met geschilderde (duurzame!) paspunten. Door de manier waarop de polder hier verkaveld is, konden alle paspunten op betonnen bedrijfsweggetjes worden aangebracht. Zolang de werkzaamheden tot deze weggetjes beperkt bleven, hadden de boeren geen bezwaar tegen een ploeg landmeters op het erf. De ligging van de paspunten is aangegeven op figuur 1.

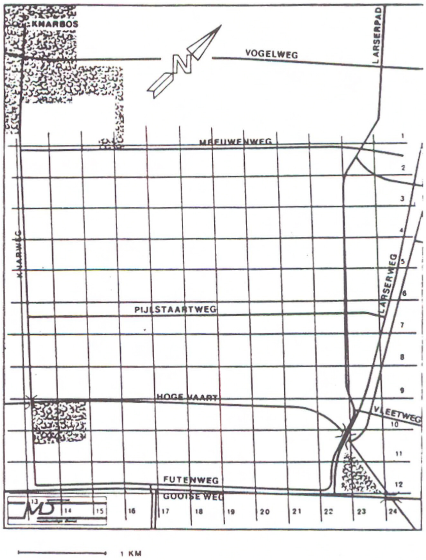
Het vliegplan

Volgens het oorspronkelijke vliegplan zouden er 24 stroken gevlogen worden; 12 van zuidwest naar noordoost en 12 loodrecht daarop. De stroken zouden gevlogen worden met een langsoverlap van 80% en een dwarsoverlap van 60%. Dit laatste om enerzijds een zo nauwkeurig mogelijk blok te krijgen, anderzijds om de mogelijkheid te hebben, door het weglaten van foto's, een 'standaard blok' met 60% langs- en 20% dwarsoverlap te vormen. De kruisbevlieging was bedoeld om de inwendige oriëntering van de camera ook goed

door middel van zelfcalibratie te kunnen bepalen. Het vliegplan is geschetst in figuur 2.



Figuur 1: Ligging van de paspunten



Figuur 2: Het vliegplan

Implementatie

De fotografie voor de test werd uitgevoerd door KLM Aerocarto. De GPS-ontvanger (een Sercel TR5S) werd ingebouwd in één van haar vliegtuigen.
Om gebruik te kunnen maken van de GPS waarnemingen, moeten deze ook aan een bepaalde foto kunnen worden toegewezen. Hiervoor is een goede tijdregistratie noodzakelijk. Bij een vliegsnelheid van 360 km/u legt het vliegtuig in 1 ms al 10 cm af! Omdat het doel van de test was, om waarnemingen tot op het centimeterniveau te gebruiken, moest de synchronisatie tussen ontvanger en camera beter dan 1 ms zijn. De synchronisatiepuls die de ongemodificeerde camera aflevert is gebaseerd op de (mechanische) sluiter, en bleek niet nauwkeurig genoeg voor deze test.
De oplossing werd gevonden door in de camera een lichtgevoelig elementje in te bouwen, dat een electrische puls afgeeft zodra er licht op valt (de sluiter opengaat). De gebruikte ontvanger had een voorziening om externe pulsen te registreren in de ontvangertijd. Ook de inbouw van de ontvanger in het vliegtuig vereiste enige aanpassingen.

Om de antenne op het dak van het vliegtuig te monteren, moest er een gaatje in het vliegtuig geboord worden. Dit boren kost niet zoveel tijd, maar om hiervoor toestemming van de Rijksluchtvaartdienst te krijgen wel. Ook is het in verband met radio-storing niet zondermeer toegestaan een computer (voor sturing van de ontvanger en opslag van de gegevens) mee te nemen aan boord. Een portable PC met LCD-scherm was gelukkig wel toegestaan.
Een probleem dat zich altijd schijnt voor te doen als electrische apparaten in een 'vreemde' omgeving worden gebruikt is de voeding. Aan boord van het vliegtuig was 24V gelijkstroom beschikbaar, maar de PC vroeg weer om 12V.
Toen de ontvanger eenmaal geïnstalleerd was, werd de positie van de antenne ten opzichte van de camera ingemeten met behulp van trilateratie.

Uitvoering

Eind mei stond alles klaar voor de vlucht; de ontvanger was ingebouwd, de paspunten waren geschilderd, er stond een tweede ontvanger paraat in het testgebied en de piloot was stand-by. Op dat moment was de satellietconfiguratie van 11:30u tot 13:30u geschikt om waarnemingen te doen.
Juni '87 was niet zo'n mooie maand; twee weken lang was het tussen 11:30 en 13:00 bewolkt. Uiteindelijk kon er op 10 en 12 juni gevlogen worden. Op 10 juni was de bewolking nog vrij laag, zodat niet op de geplande hoogte kon worden gevlogen. Beide vluchten zijn voortijdig afgebroken wegens 'te turbulent weer'. Als gevolg van de slechte weersomstandigheden kon het vliegplan niet gevolgd worden. Uiteindelijk zijn de 12 ZW-NO stroken gevlogen, waarvan 2 stroken ook in tegengestelde richting. De geplande overlappen van 80 en 60% zijn ook niet gehaald. De kwaliteit van de negatieven was ondanks de bewolking echter goed. Ook met de uiteindelijke overlappen van 70% en 50-60% kon nog een goed blok gevormd worden. Alleen een 'standaard blok' kon niet meer worden gevormd.

GPS berekening

Voor de berekening van de antenneposities tijdens de vlucht werd gebruik gemaakt van een combinatie van fase- en pseudorange metingen (phase-smoothed pseudorange). Het door de MD ontwikkelde softwarepakket lost de fase-ambiguïteit op door over een groot aantal pseudorange en geïntegreerde fasewaarnemingen te middelen (V.d. Vegt 1988). Nadat de ambiguïteit is opgelost, wordt voor de positieberekeningen alleen nog maar gebruik gemaakt van de fasewaarnemingen. De MD had met deze methode al goede ervaringen opgedaan, onder andere bij metingen op een varende hovercraft.

Resultaten

Omdat bij de MD ten tijde van de proef voornamelijk met de onafhankelijke modellen-methode werd gewerkt, werden de gemaakte foto's als modellen uitgemeten, en verwerkt met het FOTEF-pakket. In Stuttgart zouden de foto's tegelijkertijd met behulp van de stralenbundelmethode worden verwerkt. De uitwerking met onafhankelijke modellen is uitgebreid beschreven in (Witmer 1988).

Aan de slag met modellen...

Voor het eerste doel van de proef, de bepaling van de met GPS behaal-de precisie, werd het blok op een traditionele manier vereffend. Vergelijking tussen de fotogrammetrisch bepaalde projectiecentra, en de GPS-waarnemingen (na correctie voor de excentriciteit van de antenne) leverde per strook gemiddelde verschillen op tussen 8 en 28 cm met standaardafwijkingen tussen 11 en 26 cm (X/Y). De Z-coördinaat was duidelijk slechter bepaald: verschillen tussen 41 en 96 cm, met standaard afwijking van 6-22 cm (tabel 1).

	X(gem)	σ(X)	Y(gem)	σ(y)	Z(gem)	σ(Z)
strook 3	-0.285	0.199	0.184	0.245	0.639	0.064
strook 4	0.143	0.111	-0.247	0.136	0.516	0.115
strook 5	-0.088	0.208	-0.026	0.263	0.419	0.115
strook 6	0.193	0.203	-0.006	0.133	0.966	0.061
strook 3 t/m 6	-0.004	0.263	-0.027	0.254	0.625	0.221

Tabel 1: Verschillen GPS-posities / Projectiecentra Onafhankelijke Modellen (uit Witmer 1988)

Strook 2 werd niet bij de vergelijking betrokken, omdat daarin een cycle-slip was opgetreden. Hoewel de verschillen een duidelijke systematiek vertonen (offset en drift), maakt dit precisieniveau het mogelijk, om ook bij fotogrammetrie op schaal 1:4000 tot een reductie van het aantal paspunten te komen. Voor het tweede deel van de proef, het onderzoeken van de mogelijke paspuntreductie, moesten de GPS-waarnemingen worden ingevoerd in het onafhankelijke modellen-programma FOTEF.

Om de uit de eerste resultaten gebleken offset en drift in de GPS-waarnemingen te modelleren, werden enkele berekeningen uitgevoerd met de GPS-

waarnemingen ondergebracht in een 'supermodel' met 7 vrijheidsgraden. Al snel kwamen daarbij beperkingen in de software ten aanzien van de stabiliteit van het blok en het aantal punten per model aan het licht. Het toevoegen van GPS-waarnemingen aan de modellenvereffening met FOTEF bracht verdere beperkingen in de software aan het licht, die het niet goed mogelijk maakten éénduidige uitspraken te doen over haalbare paspuntreducties.

En met bundels.

Inmiddels werden in Stuttgart fotocoördinaten van pas-, controle-, en verbindingspunten gemeten ten behoeve van een strenge vereffening volgens de stralenbundelmethode. In totaal werden er 200 foto's gemeten met gemiddeld 40 punten per foto.
De hogere precisie van de fotogrammetrisch bepaalde projectiecentra maakte het mogelijk wat gedetailleerder uitspraken over de GPS-waarnemingen te doen: De geschatte standaard afwijking voor de GPS-waarnemingen lag op 1-4 cm indien strook 2 niet in de vergelijking werd betrokken. De waargenomen drift bedroeg tot 700 mm/sec voor strook 2, maar voor de andere stroken slechts enkele mm/sec (Friesz 1988).
Verder onderzoek, waarbij ook het Institut Cartogràfic de Catalunya (Barcelona) meedeed, maakte duidelijk, dat de aanwezige systematiek in de GPS-waarnemingen de beperkende factor is voor een vruchtbare toepassing in een (grootschalige) blokvereffening.

VERSION		*SD* x	*SD* y	*SD* z	*NA* x	*NA* y	*NA* z	*SD* (no drift par.) x	*SD* (no drift par.) y	*SD* (no drift par.) z
V1	m	-0.48	-0.94	0.23	0.44	-0.37	-0.85	8.97	12.80	5.93
	r	2.27	1.92	4.11	2.11	1.84	4.65	9.69	14.45	10.81
	s	2.25	1.70	4.17	2.09	1.83	4.64	3.70	6.79	9.18
	σ	1.06	1.07	1.77	1.08	1.12	1.86	1.48	1.48	2.53
V2	m	-0.31	-0.77	0.94	0.59	-0.23	-0.09	8.93	12.43	6.65
	r	2.16	1.63	3.24	2.10	1.67	3.56	4.69	14.09	10.97
	s	2.17	1.45	3.15	2.04	1.68	3.62	3.79	6.73	8.87
	σ	1.03	1.04	1.73	1.05	1.09	1.82	1.45	1.45	2.51

m: mean value of residuals.
r: root mean value of residuals.
s: empirical std. deviation.
σ : theoretical std. deviation.
Units: *cm*

Tabel 2: Verschillen GPS vereffend blok met controlepunten.
SD: GPS vereffening gebruik makend van tweede ontvanger op grond.
NA: GPS vereffening gebruik makend van enkele ontvanger in vliegtuig.
(uit Colomina 1989)

Om tot een paspuntreductie te kunnen komen, moet ofwel de systematiek uit de waarnemingen verwijderd worden (andere verwerkingsmethodes, zie (Hein 1989)), ofwel het vereffeningsmodel moet worden uitgebreid met extra parameters die deze systematiek beschrijven. Dat deze laatste aanpak goede resultaten levert, bewijst (Colomina 1989). Voor een deelblok van 7 stroken (130 foto's), met 4 3D-paspunten en 8 Z-paspunten en met gebruik van GPS-waarnemingen, werd na een vergelijking met controlepunten, een geschatte standaard afwijking voor het blok berekend van 2 cm in X/Y en 5 cm voor de Z. Hierbij was voor elke strook een set van 6 parameters ingevoerd om een drift en een offset in de GPS-waarnemingen te modelleren (tabel 2).

Toekomst

Het potentieel van GPS als hulpinstrument in de fotogrammetrie is overtuigend aangetoond. Beperkende factoren zijn nu nog het geringe aantal satellieten, gebrek aan commerciële uitwerkingssoftware en onbekendheid met het gedrag van GPS op langere termijn.
Zodra GPS echt 24 uur per dag operationeel is en het aanbod van hard-en software wat groter is, zal GPS zeker in de fotogrammetrie gebruikt gaan worden. Zowel ter vermindering van de benodigde paspuntinformatie, als voor de navigatie tijdens de vlucht.

Literatuur

-Colomina, I. 1989 Combined adjustment of photogrammetric data
Vortraege der 42 Phot. Woche Stuttgart 1989

-Friesz, P. 1986 A simulation study on the improvement of aerial triangulation by navigation data.
Proceedings ISPRS comm. 3, Rovaniemi 1986

-Friesz, P. 1988 Empirical accuracy of positions completed from airborne GPS data.
Proceedings ISPRS comm. 3, Kyoto 1988

-Hein, G.W. Precise kinematic GPS/INS positioning: a discussion on the applications in aerophotogrammetry
Vortraege der 42 Phot. Woche Stuttgart 1989

-Korpershoek, E. 1989 Het gebruik van GPS waarnemingen in de grootschalige fotogrammetrie.
Afstudeerscriptie TU Delft, fac. Geodesie 1989

-Vegt v.d, H.J.W. Differential GPS: an efficient tool in photogrammetry.
ASCE Congress, Nashville 1988

-Vegt v.d, H.J.W. , D. Boswinkel, R. Witmer 1988 Utilisation of GPS in large scale photogrammetry.
Proceedings ISPRS boek B9 Kyoto 1988

-Witmer, R. 1988 Toepassing van GPS in de fotogrammetrie.
Afstudeerscriptie TU DELFT, fac. Geodesie 1988

REAL-TIME DIFFERENTIËLE GPS TOEPASSING OP ZEE (DGPS)

Ir. P.G. Sluiter

Inleiding

Het Global Positioning System is oorspronkelijk ontworpen voor de plaatsbepaling op land, ter zee, in de lucht en in de ruimte nabij de aarde. De aard van de metingen die de GPS code gebruiken, is zodanig dat het vrijwel geen verschil maakt of de waarnemer stationair is of zich beweegt. Dat er toch een speciale meetmethode voor werk op zee is ontwikkeld, vindt zijn oorzaak in het feit dat de hydrograaf of navigator soms een grotere nauwkeurigheid vereist dan bij de normale werkwijze met alleen een ontvanger aan boord mogelijk is en dat bovendien die exacte positie ook vaak direct beschikbaar moet zijn.

Dit artikel gaat er van uit, dat de waarnemer slechts de beschikking heeft over C/A code (EEN frequentie) ontvangers. Normaliter zal hiermee absolute plaatsbepaling tot op ongeveer 15 meter (1-sigma) mogelijk zijn. Maar het Amerikaanse Ministerie van Defensie heeft besloten om "Selective Availability" toe te passen. Dit houdt in dat voor de normale civiele gebruiker, de in real-time bereikbare nauwkeurigheid verslechterd wordt tot 100 meter (2 sigma). Het blijkt nu mogelijk om dat weer met een factor TIEN en meer te verbeteren door toepassing van de real-time differentiële meetmethode (zogenaamde DGPS), waarbij de systeem fouten op een bekend punt (het referentie station of kortweg de referentie genaamd) gemeten worden om de scheepspositie te corrigeren.

Differentiële correcties

De eenvoudigste wijze van corrigeren is door de POSITIEFOUTEN in geografische lengte, breedte -en eventueel in hoogte- bij de referentie, zonder meer te gebruiken om de scheepspositie te corrigeren. Oorspronkelijk werd deze methode veel gebruikt, omdat nauwelijks extra software nodig was. Het is echter essentieel dat schip en referentie dezelfde satellieten gebruiken, wat met een volle configuratie moeilijk realiseerbaar is en bovendien optimaal gebruik van de mogelijkheden belemmert. Daarom wordt nu algemeen de methode van correctie van AFSTANDSFOUTEN per individuele satelliet gebruikt.

De normale absolute plaatsbepaling geschiedt namelijk door de (pseudo-) afstanden naar minstens vier satellieten te meten. Uiteraard zijn er diverse foutenbronnen die tot gevolg hebben dat de voor de positieberekening gebruikte afstanden met fouten behept zijn, de zogenaamde User Equivalent Range Errors (UERE). Men gebruikt ook wel de benaming User Ranger Accuracy (URA). Het principe van differentiële metingen is, om op een bekend punt deze afstandsfouten voor alle zichtbare satellieten te meten, ze over te seinen naar het schip en de aldaar gemeten afstanden met dezelfde bedragen te corrigeren.

Twee belangrijke vragen doen zich voor:
- Binnen welk gebied zijn de fouten op het referentie station representatief? Een vuistregel is, dat de afstandsfouten ruwweg gecorrigeerd worden in de verhouding BASISLIJN (=afstand schip-referentie) gedeeld door de afstand naar de satellieten. Voor een 2000 km basislijn dus ongeveer 1/10.
- Hoe snel veranderen de fouten, met andere woorden hoe vaak moeten we de correcties overzenden? Dit heeft namelijk directe consequenties voor de bandbreedte en daarmee voor het verkrijgen van een frequentie toewijzing.

Een verfijning is mogelijk door niet exact op de referentie gemeten fouten aan te brengen, maar om een model te gebruiken dat de variabiliteit in plaats en tijd zo goed mogelijk in rekening brengt. Het is daarom nuttig om de oorzaken van de optredende fouten nader te analyseren.Om de gedachten te bepalen is hierna voor elk van vijf foutenbronnen een meter als streefprecisie aangehouden. Met een gemiddelde PDOP van 2,5 is dan een positie precisie van 5 m (1-sigma) bereikbaar.

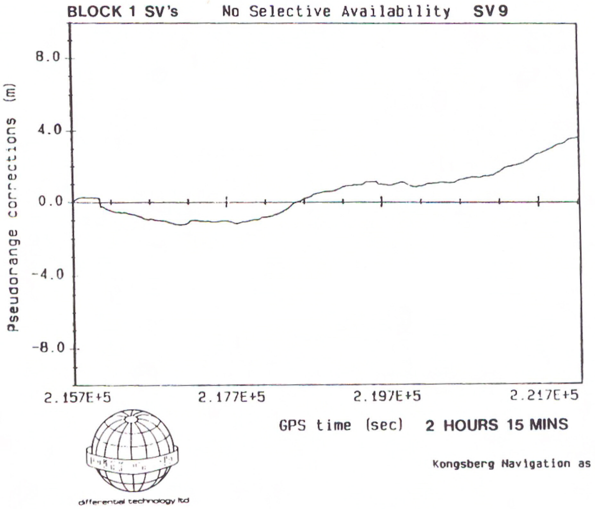
GPS foutenbronnen

Fouten in de afstanden zijn een gevolg van vele foutenbronnen, elk met hun eigen karakteristiek. De voornaamste zijn:

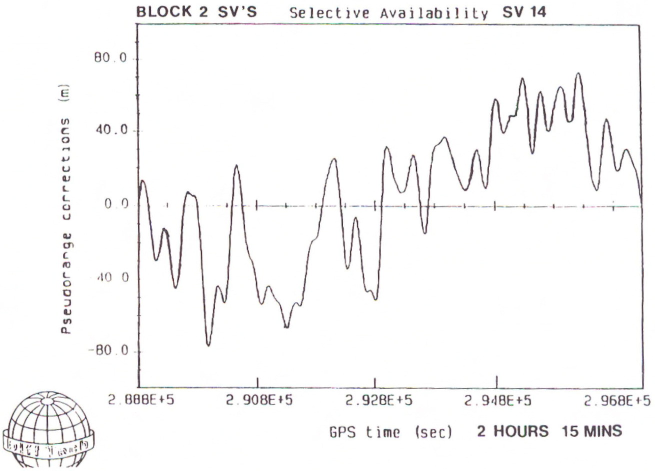
1. Satelliet ephemeris fouten. In het algemeen kunnen de satellietposities binnen de 3 m voorspeld worden. De referentie meet weliswaar van deze fout alleen de component in de richting naar de satelliet, maar de variabiliteit voor basislijnen tot 2000 km en over tijdsintervallen van een kwartier blijft beperkt tot enige decimeters.
2. Satelliet klokfouten. Deze kunnen voorspeld worden tot op 10 nanosec (=3 meter). Ze worden door differentiële correcties volkomen geëlimineerd (ontvanger klokfouten worden als onbekende opgelost en vormen geen probleem).
3. Atmosferische vertraging. Deze is sterk afhankelijk van de elevatiehoek naar de satelliet. Zij varieert van een bedrag tussen 2,3 en 3,0 meter in het zenith tot bijna het 6-voudige bij 10 graden elevatie (deze "oblique factor" is nagenoeg evenredig met de cosecans van de elevatiehoek). Deze vertraging varieert in hoofdzaak met de vochtigheid langs de verbindingslijn naar de satelliet. De genoemde variatie van 0,7 m in de verticaal (wereldwijd) kan dus door de differentiële elevatiehoek tussen referentie en schip fouten van meer dan een meter veroorzaken,maar deze geometrieverschillen zijn eenvoudig in een model te verwerken. Voor atmosferische correcties geldt dan ook dat met eens per kwartier een correctie voor een 2000 km basislijn, een meter nauwkeurigheid wordt bereikt. Voor de volledigheid wordt vermeld dat in de luchtvaart het hoogteverschil tussen referentie en ontvanger grotere fouten kan veroorzaken, maar ook die zijn eenvoudig te modelleren.
4. Ionosferische vertraging. Ook deze varieert sterk met de elevatiehoek naar de satelliet, maar de oblique factor is kleiner dan de atmosferische namelijk ongeveer evenredig met cosec $[\alpha^2 + 20.3^2]$ (met α in graden). Deze factor is ongeveer 2,6 voor 10 graden elevatie en kan eenvoudig met behulp van de bekende geometrie in rekening worden gebracht. Toch is de ionosferische correctie een beperkende factor voor de nauwkeurigheid, omdat de vertraging van een satelliet in het zenith sterk variabel is tussen ongeveer 0,5 en 15 meter.Deze vertraging hangt af van de Total Electron Content (TEC), welke op zijn beurt op moeilijk voorspelde wijze afhankelijk is van:
   - de geometrische breedte
   - de tijd van de dag (dus de geografische lengte)
   - tijd van het jaar, zonnevlek activiteit en vele andere oorzaken.

   Het gevolg is dat de meter nauwkeurigheid alleen bereikbaar is binnen ongeveer 500 km van de monitor en door iedere vijf minuten een correctie te zenden. Een model kan dit misschien uitbreiden tot 1000 km en eens per kwartier een correctie.

5. Selective Availability (SA). Deze kunstmatig geïntroduceerde foutenbron is de voornaamste aanleiding tot het invoeren van DGPS. Om redenen van militaire veiligheid is een exacte beschrijving van SA nooit gepubliceerd, maar zij wordt vermoedelijk bewerkstelligd door fouten in de uitgezonden klok- en baanparameters, plus een verstoring van de frequentie van de satellietklokken ("Clock-dither"). Figuur 1a en b illustreert het verschil tussen WEL en GEEN SA.



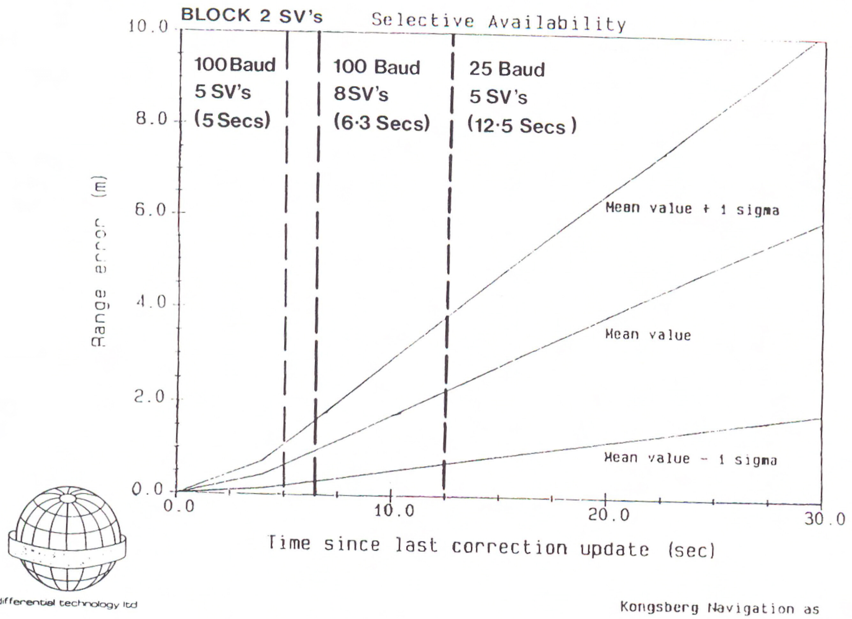
Figuur 1a - Geen SA



Figuur 1b - Wel SA

Niet geheel zeker is of 1b de uiteindelijke SA versie weergeeft. (Notabene Y-schaal in 1b is 10 keer die in 1a.)

De standaard afwijking per afstand wordt met SA 30 meter; de fout blijkt zich te wijzigen tussen + en - 0,4 m/sec, vermoedelijk met een standaard afwijking van 0,14 m/sec rond een verwachtingswaarde van 0. Figuur 2 laat zien dat,om de afstandsfout tot 1 meter te beperken, voor elke satelliet elke 7 seconde een correctie moet worden uitgezonden; een aanzienlijke belasting voor de radioverbinding. Vermoedelijk beperkt de clock-dither niet de grootte van het gebied van toepassing, maar eventuele grote ephemerisfouten zullen dat wel doen.



Figuur 2 - Wel SA - Toename der fout met de tijd

Formaat van de differentiële correcties

Om een internationale standaard voor het verzenden van correcties te stimuleren heeft het Special Committee 104 van de Radio Technical Commission for Maritime Services in 1985 een lijvig rapport (115 bladzijden) opgesteld, bekend staand onder de naam RTCM SC-104. Hierin wordt een transmissie baud rate van minimaal 50 voorgesteld. Deze 50 bits/sec vereisen een fre-

quentie bandbreedte van 50 Hertz, waarover dan voor alle zichtbare satellieten (11 stuks) Ongeveer elke 15 seconden een correctie kan worden verzonden. Grotere bandbreedte maakt sneller overzenden mogelijk.

Behalve de correcties, moet de boodschap veel andere informatie bevatten, zoals de nauwkeurigheid (User Differential Range Error - UDRE), de verandering der correctie per tijdseenheid, het tijdstip waarvoor ze geldig zijn. Maar ook de identificatie van de referentie, van de satelliet en van de gebruikte ephemeris plus indicaties van andere referentie stations, hun betrouwbaarheid en de betrouwbaarheid van de daar ontvangen satellieten enzovoort. Zelfs is voorzien in het overseinen van fasewaarnemingen voor landmeetkundige toepassing en van informatieve tekst.

Niet al deze informatie moet met dezelfde frequentie worden verzonden, sommige bijvoorbeeld slechts eens per kwartier of incidenteel. Om deze reden bevat de voorgestelde standaard 16 verschillende typen, met als voornaamste:
Type 1 - Afstandscorrecties voor alle satellieten enzovoort.
Type 2 - Extra correcties voor een "oude" ephemeris.
Type 3 - Referentiestation parameters.
Type 4 - Landmeetkundige toepassing (fase).
Type 7&8 - Informatie over het netwerk van referentie stations.
Type 9 - Extra type 1 voor SV's met snel wijzigende correcties.

Een belangrijke teken-conventie is dat men de ontvangen correctie moet AFTREKKEN van de waarneming op het schip.

Data link

Een real-time differentieel systeem omvat minimaal:
- Het referentie station; Bestaande uit een GPS ontvanger en software om de benodigde correcties en andere informatie te bepalen, te coderen en te formatteren.
- Een DATA LINK; zijnde de radioverbinding voor het zenden van alle informatie van de referentie en de ontvangst daarvan op het schip.
- Een mobiel (scheeps) station; met een GPS ontvanger en software om alle informatie te decoderen en de gecorrigeerde positie te berekenen. Sommige nieuwe GPS ontvangers hebben een interface voor differentiële en aangepaste software voor de berekening van de gecorrigeerde positie.

RTCM SC-104 maakt onderscheid tussen datalinks voor navigatie toepassingen - die openbaar worden uitgezonden - en voor radioplaatsbepaling - die

alleen tegen betaling beschikbaar zijn. In principe zal getracht worden om in elk van deze categorieën bestaande frequentie toewijzingen te gebruiken, uiteraard zonder de reeds in gebruik zijnde verbinding of service te storen.

In het openbaar domein zijn vooral de frequenties interessant die al in gebruik zijn als radiobakens voor marine en aeronautische navigatie. De 275-335 Khz en 510-535 Khz banden geven het vereiste bereik.

Voorts stelt RTCM SC-104 voor om gebruik van de L1-GPS frequentie (1575 Mhz) voor de datalink te onderzoeken. Het schip heeft dan geen extra antenne nodig; alle ontvangst, decodering enzovoort kan door een aangepaste GPS ontvanger geschieden. Dit is ook de hoofdreden waarom wordt voorgesteld om 50 bits/sec over te zenden in een formaat dat veel gelijkenis vertoont met de GPS navigatie boodschap. Dit ontwerp heeft als bijkomend voordeel dat het referentiestation ook een PRN-code kan uitzenden. Met gebruik van een goede klok kan de referentie dan als een op aarde geplaatste satelliet functioneren, een zogenaamde PSEUDOLITE (voor pseudo satelliet). Vooral voor haven toegangen -en luchthaven nadering- kan de extra nauwkeurigheid van zo'n lokaal aangepaste positielijn belangrijk zijn. Een nadeel van de pseudolite frequentie is het geringe "line of sight" bereik van de microgolven. Voorts zijn afdoende voorzorgen nodig om te voorkomen dat een zo dichtbijstaande "satelliet" de ontvangst van andere satellieten stoort en toch op redelijke afstand nog is te ontvangen (het "near-far" probleem).

Noordzee toepassingen

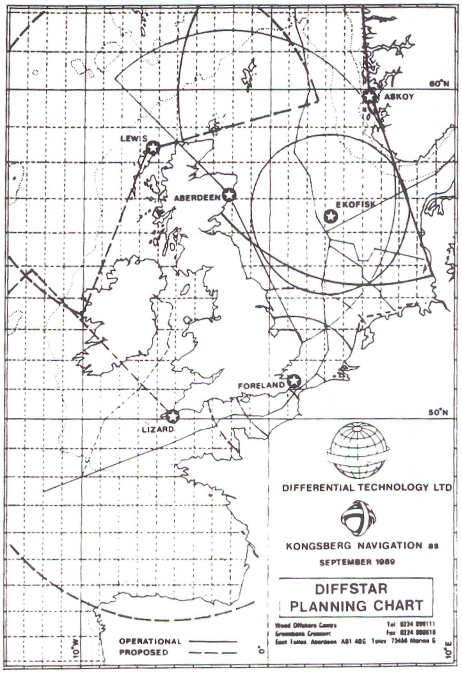
Momenteel -begin 1990- Wordt DGPS nog vrijwel niet als een autonoom plaatsbepalings systeem gebruikt, maar allen om reeds in de Noordzee aanwezige systemen te verbeteren. Dat geldt met name voor PULSE-8, dat aanzienlijk nauwkeuriger kan worden door de calibratie van fouten,die ofwel ontvanger afhankelijk zijn ofwel zich langzaam met de plaats en in de tijd wijzigen. Ook gebruik van LORAN-C kan op deze wijze in sommige gebieden aantrekkelijk worden voor meetdoeleinden. Voorts kunnen voor systemen zoals HYPERFIX en ARGO de problemen van lane-identificatie en van lokale anomalieën veroorzaakt door afwijkende radiopropagatie, met DGPS worden opgelost. Al deze toepassingen vereisen natuurlijk extra software om deze calibratie automatisch uit te kunnen voeren.

PULSE-8, HYPERFIX en ARGO hebben - binnen de toegewezen plaatsbepalings radiofrequentie - de mogelijkheid om een beperkte hoeveelheid informatie over te zenden. De beschikbare bandbreedte is evenwel niet altijd

voldoende om het volledige RTCM formaat te gebruiken, zodat soms afwijkende of verkorte versies worden gebruikt. Maar het voordeel van geen extra radiolink is aanzienlijk,terwijl het ook aantrekkelijk is dat de calibratie software door de gecontracteerde plaatsbepalings service in een reeds aanwezige computer kan worden opgenomen. Hiermee wordt proliferatie van het aantal ontvangers en computers aan boord tegen gegaan.

Diverse maatschappijen bieden commerciële DGPS aan, meestal met transmissies in de MF-band (circa 2 Mhz). Zo is er bijvoorbeeld een samenwerkings verband tussen het Noorse Kongsberg en het Britse Difftech dat een operationele keten van differentiële stations heeft, bekend staand onder de naam DIFFSTAR.

In de U.K. gebruikt DIFFSTAR een frequentie van 526 Khz (in Europa toegewezen aan telegrafie); Volgens zeggen is de bandbreedte voldoende om vanaf 8 stations de boodschap met een baudrate van 50 uit te zenden. Er staan momenteel in de UK twee referenties op vuurtorens (Aberdeen en N. Foreland); Figuur 3 geeft tevens de geplande uitbreiding en de Noorse stations aan.



Figuur 3

Het schip heeft, naast de GPS ontvanger, natuurlijk ook 526 Khz ontvangst apparatuur nodig plus software voor decodering en GPS-correctie en eventueel calibratie software voor het radio plaatsbepalings systeem. Figuur 4 geeft een beeld van de overgeseinde differentiële gegevens, die vrij nauw aansluiten op type 1 van het RTCM formaat.

```
Diffstar- reference station  Page 1                        12:56:08

Ref.st. ID: 15
Position X: 3466840.73 m                     Temperature:  10.0 C
         Y: -124007.01 m                     Pressure     :1000.0mmHg
         Z: 5334407.41 m                     Humidity     :  80.0 %
```

SV	Hlth	Elev	Azim	Corr.	St.Dev.	Rate	St.Dev.	Sta	IOD	iod
6	0	21	73	0.0m	0.0m	0.0m/s	0.0m/s	0	190	190
9	0	71	54	2.7m	1.5m	0.0m/s	0.2m/s	0	218	218
12	0	59	271	2.3m	1.5m	0.0m/s	0.2m/s	0	214	214
11	0	25	101	9.2m	1.5m	0.0m/s	0.2m/s	0	247	247

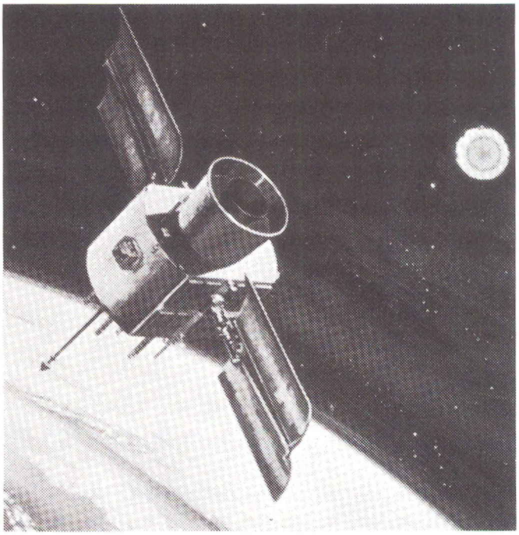
Figuur 4 - Weergave beeldscherm op een DIFFSTAR referentie station.

Literatuur

1. "Special Committee 104 Recommendations for Differental Navstar/GPS Service- Final Draft Report", RTCM, Nov 20, 1985.
2. Brown, Alison, "Extended Differential GPS" presented at the ION 1989 Symposium in San Mateo, January 1989.
3. Alle figuren zijn met toestemming uit documenten van Differential Technology Ltd., Aberdeen, Scotland.

Osiris

Positioning Specialists



GPS
Radio
Conventional

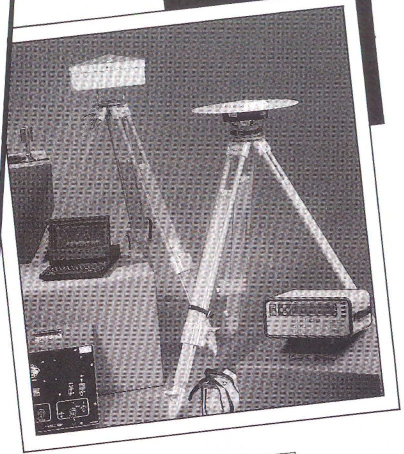
On-shore
Off-shore
anywhere in
the world

Other equipment owned, operated and maintained by Osiris
Electronic positioning systems,
Echosounders, Computersystems,
Remotely Operated Vehicles (R.O.V's.)
Landsurveying equipment.

Contact Osiris at
Heemstede – Holland for
a quotation tailored to your job,
with very competitive prices
and conditions.

Osiris bv

33-35 Nijverheidsweg
2102 LK Heemstede
The Netherlands
Telephone (023) 28 35 52
Telex 41905
Telefax 292398



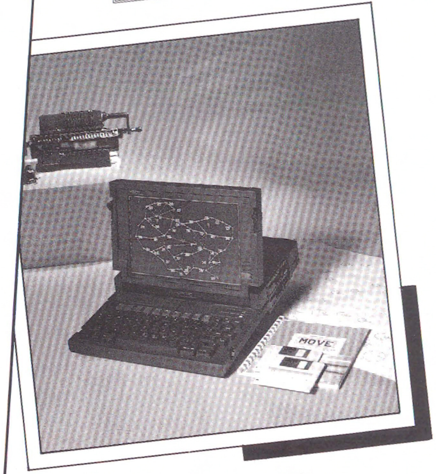
GPS

GLOBAL POSITIONING SYSTEM

All types of surveys by means of single- or dual frequency GPS Receivers

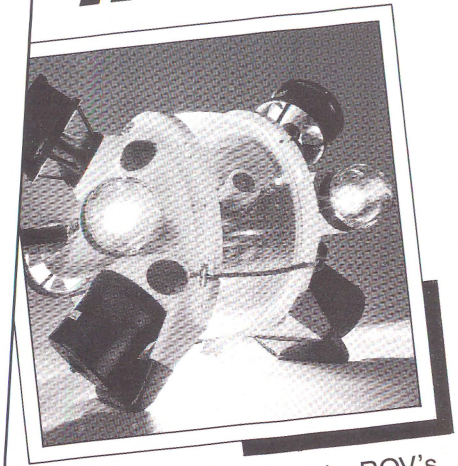
Permanent and portable differential GPS stations for the offshore industry, coastal engineering, shipping and surveys.

MOVE



Landsurvey software as stand-alone package or module for GIS.
Software developments for all types of surveys and post-processing.

HYBALL™



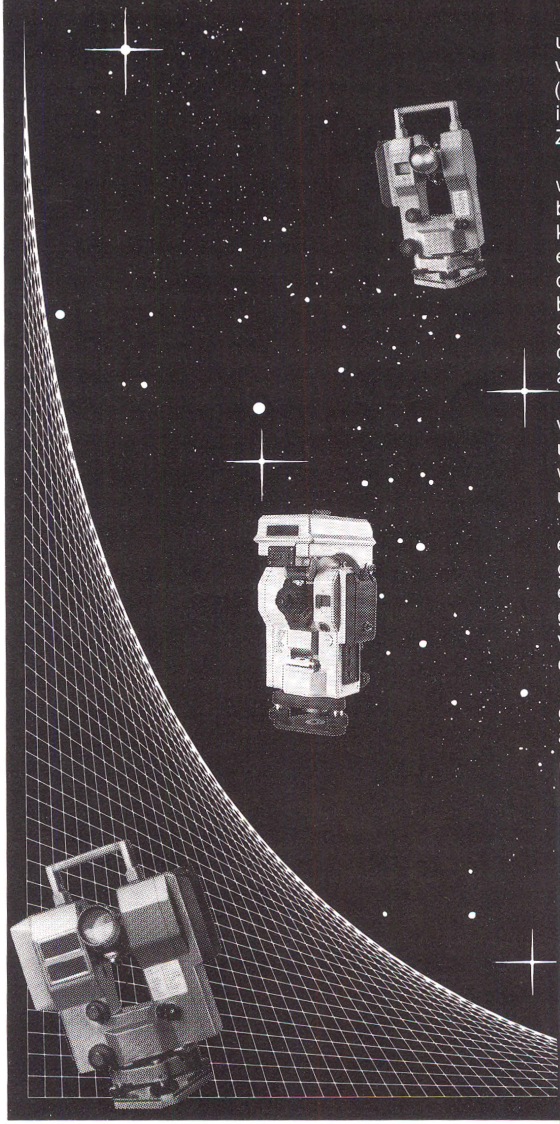
Underwater inspection by ROV's, fitted out with a wide variety of sensors.

Osiris b.v.

Positioning Specialists
33-35 Nijverheidsweg,
2102 LK Heemstede,
The Netherlands,
Telephone (023) 28 35 52,
Telex 41905, osir nl.,
Telefax (023) 29 23 98

Op het terrein van geodetische instrumenten is de naam Zeiss een vertrouwd oriëntatiepunt

ZEISS



Het vertrouwde Zeiss-logo vindt u op tachymeters, theodolieten, veldboeken en waterpasinstrumenten (N.B. het automatische waterpasinstrument is een uitvinding van Zeiss!).

In al die gevallen is het een waarborg voor degelijkheid, betrouwbaarheid en kwaliteit, die niet ten koste gaan van het gebruiksgemak en het werkcomfort. Het biedt tevens de garantie van een vakkundige begeleiding en een consciëntieus service-apparaat. Want als er Zeiss op staat, staat er een reputatie achter.

Dat de geodetische instrumenten van Zeiss over de hele wereld universeel door landmeters gebruikt worden, is te verklaren door de uitstekende prijs/prestatieverhouding.

Wie kiest voor Zeiss, kiest voor een onderneming die verhoudingsgewijs meer investeert in onderzoek en ontwikkeling dan wie ook. De geodetische instrumenten van Zeiss vertegenwoordigen dan ook altijd de nieuwste technologie.

Dank zij een compleet assortiment geeft Zeiss aan landmeetkundigen alle ruimte!

Verzoeke mij meer documentatie over Zeiss geodetische instrumenten te zenden.

Naam:

Functie:

Bedrijf/instelling:

Afdeling:

Adres:

Postcode:

Woonplaats:

Tel.:

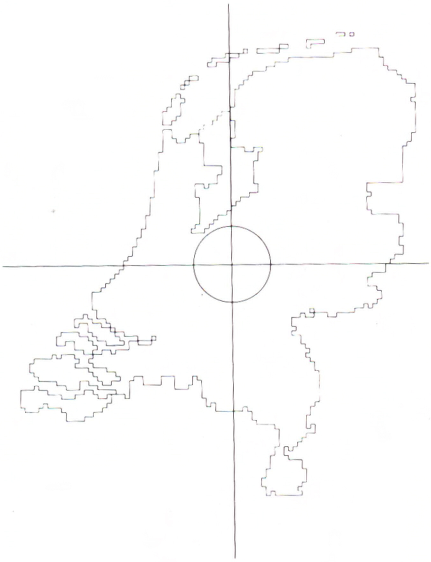
ZEISS

Zeiss Nederland B.V.
Postbus 323, 1380 AH Weesp
Tel. 02940 - 66660

Geodetische instrumenten van Zeiss

geodesia

nederlands geodetisch tijdschrift



Bij de Stichting Nederlands Genootschap voor Landmeetkunde zijn aangesloten:

— de Vereniging van Technische en Administratieve ambtenaren van het Kadaster VTAK

— de Vereniging van Landmeetkundigen VVL

— de Vereniging Meetkundige Dienst Rijkswaterstaat VMDR

— de Nederlandse Vereniging voor Geodesie NVG

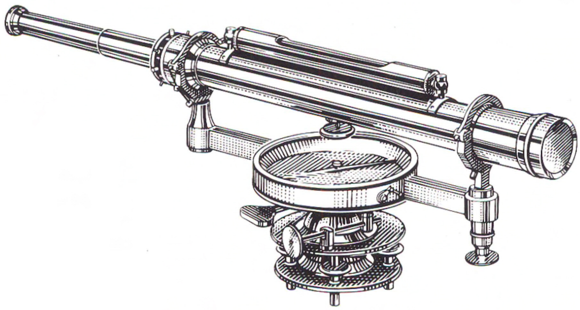
Het doel van de Stichting NGL is het bevorderen van de kennis van de landmeetkunde.
Dit doel tracht men te bereiken door:

— het uitgeven van het Nederlands geodetisch tijdschrift Geodesia

— het organiseren van congressen, studiedagen en rayonbijeenkomsten

Nadere gegevens over lidmaatschap en/of abonnement worden u gaarne verstrekt door: J. J. S. Kopaszewski, Arthur van Schendellaan 16, 5531 TV Bladel. Telefoon kantoor (040) 592911, telefoon huis (04977) 3581 (na 19.00 uur).

uitgave van de stichting nederlands genootschap voor landmeetkunde



Van meet af aan...

... levert Inpark maatwerk. Door haar dienstenpakket flexibel af te stemmen op de specifieke wensen van de opdrachtgever. Dat is de basis van Inpark's gedegen reputatie bij overheid en bedrijfsleven.

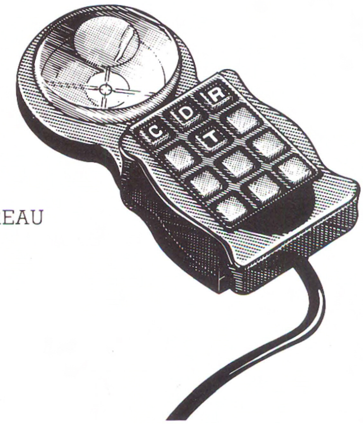
Het werkgebied van Inpark omvat:
- Landmeten en kartografie
- Software en consulting
- Civiele techniek
- Leiding- en kabelregistratie
- Rioolinspectie
- Hydrografie, geofysica en oceanografie
- Fotogrammetrie
- Vastgoedinformatie

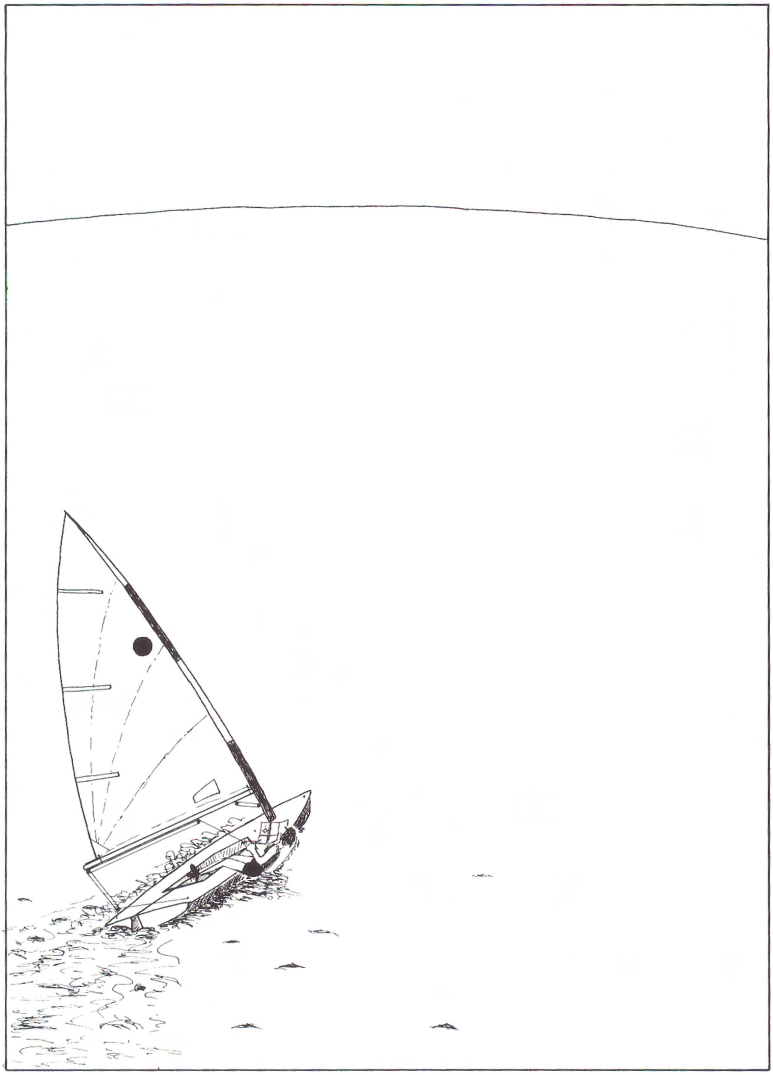
Inpark is een jonge naam met een respectabele historie. Ontstaan uit een recente fusie tussen Keynes Inpark, Fugro Geodesie en Netherlands Hydrographic Services kan Inpark bogen op tientallen jaren ervaring, verworven met het uitvoeren van talloze opdrachten in binnen- en buitenland. Daarbij is een unieke expertise opgebouwd in de toepassing van digitale technieken. Kwaliteit en kennis gaan bij Inpark hand in hand. Voeg daarbij teamgeest en efficiency, en u begrijpt waarom Inpark zo succesvol is. Hebben wij uw belangstelling gewekt? Neem even kontakt op. Dan leert u meteen onze alerte stijl van reageren kennen.

Hoofdkantoor:
2263 HW Leidschendam, Dillenburgsingel 69, Tel: 070-111433, Fax 070-111159, Telex: 31778
Regiokantoren:
1097 BA Amsterdam, George Westinghousestraat 2-6, Tel: 020-932951, Fax: 020-921415
8911 BN Leeuwarden, Zuiderstraat 2, Tel: 058-120634, Fax: 058-128350
4811 KJ Breda, Karnemelkstraat 1a, Tel: 076-225850, Fax: 076-147129

Inpark

INGENIEURS- EN ADVIESBUREAU





OVER ONDERZOEKEN

BEPALING VAN HET GRAVITATIEVELD MET BEHULP VAN SATELLIETGRADIOMETRIE

Ir. M. van Gelderen en Ir. R.J.J. Koop

Inleiding

Satellietgradiometrie is het meten van de tweede afgeleiden van de gravitatiepotentiaal van de aarde in een satelliet met behulp van een zogenaamde "gradiometer". Uit deze metingen wordt het gravitatieveld van de aarde afgeleid. De bedoeling is dat het globale gravitatieveld afgeleid uit gradiometer waarnemingen uiteindelijk een nauwkeurigheid zal hebben van 1 à 2 *mgal* (1 *mgal* = 10^{-5} ms^{-2}) en een resolutie van 100 - 500 *km*.

Waarom zo'n nauwkeurig gravitatieveld

Naast het theoretisch nut is er ook een breed scala aan wetenschappelijke toepassingen van een nauwkeurig globaal gravitatieveld (Balmino et al.,1985) of (NASA, 1987), voornamelijk op het gebied van de geofysica, oceanografie en de geodesie.

- *Geofysica.*

  In de geofysica spelen nauwkeurige gravitatieanomaliën een grote rol bij bijvoorbeeld onderzoek naar isostatische compensatie en kleinschalige thermische convectie. Deze beide processen spelen zich voor een belangrijk deel af in de lithosfeer (dit is de buitenste ± 100 *km* van de aarde) waar als gevolg van massa inhomogeniteiten ook de oorsprong ligt van de gravitatie-anomaliën. Een betere kennis van het gravitatieveld geeft ons dan

de mogelijkheid isostatie en convectie beter te onderzoeken en leidt daarmee in combinatie met topografische informatie tot meer inzicht in de tectonische eigenschappen van de lithosfeer. Daarnaast zal gradiometrie voor het eerst een goed beeld geven van het gravitatieveld in de poolgebieden en in andere door geografische of politieke omstandigheden moeilijk toegankelijke gebieden.

- *Oceanografie.*

Door de bepaling van een heel nauwkeurige geoide kan de afwijking van het gemiddelde zeeoppervlak (dat te bepalen is met behulp van satelliet-altimetrie) van deze geoide (dynamische oceaan topografie) bepaald worden. De nauwkeurigheid waarmee men met altimetrie de gemiddelde zeehoogte boven een referentie-ellipsoïde kan bepalen is ± 10 *cm*. Eenzelfde nauwkeurigheid voor de geoide is dan gewenst. Bepaalde oceanografische verschijnselen, (bijvoorbeeld de "mean ocean circulation"), die zich uitstrekken over afstanden van 100 - 10000 *km* kunnen hiermee dan onderzocht worden. Dit soort circulatieverschijnselen spelen een belangrijke rol bij allerlei transportprocessen in de oceanen, zoals transport van plankton en vervuilingen. Belangrijk in deze zin is ook het warmtetransport in de oceanen dat weer een grote rol speelt in klimatologische processen.

- *Geodesie.*

Zowel op het gebied van de plaatsbepaling als dat van satellietbanen speelt het gravitatieveld een belangrijke rol.

- Satellietbanen.

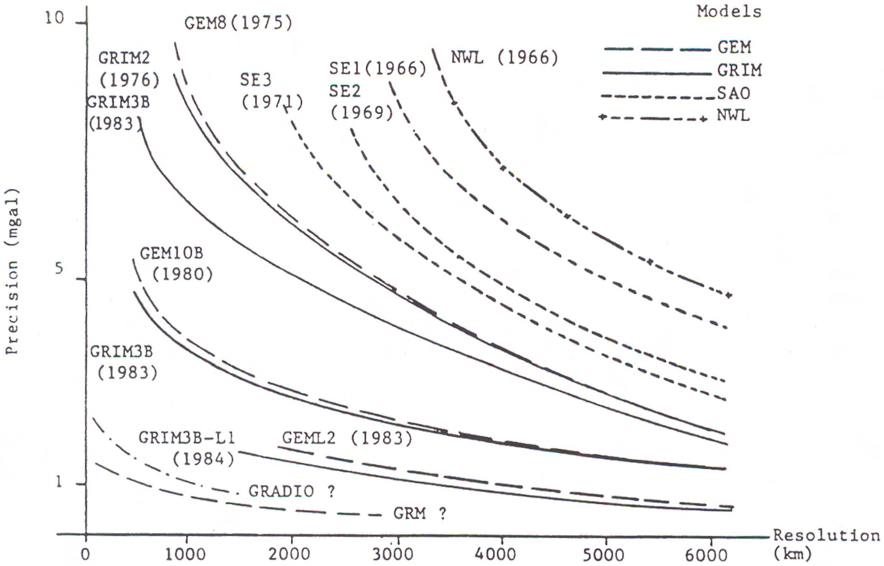
  Voor de baanbepaling van satellieten is nauwkeurige gravitatie informatie van belang. Zo is bijvoorbeeld in de altimetrie de baanfout van de satelliet een van de grootste foutenbronnen. Met een nauwkeurig gravitatieveld kan de radiale baanfout op hetzelfde niveau gebracht worden als de instrumentele meetprecisie, namelijk zo'n 10 *cm*.

- Plaatsbepaling.

  Zowel nauwkeurige klassieke plaatsbepalingsmethoden (hoek- en afstandsmeting) als moderne (GPS) maken gebruik van een geoide: schietloodafwijking (voor reductie van hoekmetingen naar een referentie-ellipsoïde), bepaling van orthometrische hoogtes uit het verschil tussen geometrische hoogtes (uit GPS) en de geoidehoogte, etcetera.

Gradiometrie en andere methoden

Tot op heden zijn er al verschillende modellen van het gravitatieveld van de aarde bepaald gebruik makende van verschillende meetmethoden en gegevensbronnen. In onderstaande grafiek (figuur 1) zijn van enkele van deze modellen de resolutie en de nauwkeurigheid tegen elkaar uitgezet. Eveneens is in deze figuur het te verwachten model van een gradiometer experiment geplaatst.



Figuur 1: Potentiaalmodellen. GEM: Goddard Earth Models, NWL: Naval Weapon Laboratory Models, GRIM: Groupe de Recherches de Géodesié Spatiale en Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut; uit: (Balmino et al., 1985).

De belangrijkste tot op heden gebruikte meetmethoden zijn:

- *Gravimetrie, astronomische waarnemingen, torsiebalans waarnemingen (alleen lokaal), zeegravimetrie.*

  Hiermee zijn echter alleen in bepaalde delen van de aarde (voornamelijk op land, zoals in Noord-Amerika en West-Europa) goede resultaten te behalen.

- *Satellietbanen.*

  Omdat de baan van een satelliet in hoge mate beïnvloed wordt door het

gravitatieveld, kan uit waarnemingen aan de satellietbaan het gravitatieveld afgeleid worden. Het blijkt echter dat alleen bepaalde lineaire combinaties van frequenties bepaald kunnen worden. Daarnaast zijn er voor een goede oplossing veel verschillende satellietbanen nodig en is het rekenwerk moeilijk en tijdrovend. Met laser waarnemingen kan weliswaar heel nauwkeurig gemeten worden maar het is alleen mogelijk langperiodieke variaties van het gravitatieveld goed te bepalen.

- *Satellietaltimetrie*.

  Hiermee is het mogelijk geoide gegevens te verkrijgen met een vrij hoge resolutie, echter alleen in oceaangebieden tussen bepaalde breedtes.

Een gradiometer missie heeft als voordelen dat globaal (dus zowel boven land als boven zee) nauwkeurige gravitatiegegevens te verkrijgen zijn. Met name als gevolg van de lage baan (200 *km*) kunnen ook hoge frequenties bepaald worden (dus een hoge resolutie). De lage baan brengt echter ook meteen problemen met zich mee, doordat de invloed van met name drag (wrijving door de atmosfeer) groot is. Daarnaast worden zeer hoge eisen gesteld aan de techniek om een nauwkeurig meetinstrument (gradiometer) te vervaardigen.

Gravitatiepotentiaal

We kunnen de gravitatiepotentiaal in een reeks van bolfuncties ontwikkelen:

$$V(P) = \frac{GM}{R}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=o}^{n}\left(\frac{R}{r_p}\right)^{n+1}\left[\bar{C}_{nm}\cos m\lambda_p + \bar{S}_{nm}\sin m\lambda_p\right]\bar{P}_{nm}(\sin\varphi_p) \qquad (1)$$

waarin:

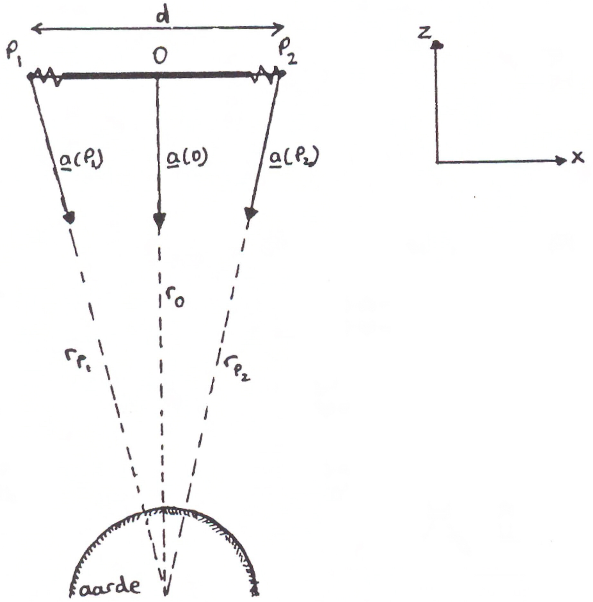
- GM: gravitatieconstante maal massa van de aarde
- r_p, λ_p, φ_p: bolcoördinaten van P
- R: gemiddelde aardstraal
- $\bar{C}_{nm}$, $\bar{S}_{nm}$: genormaliseerde potentiaalcoëfficiënten
- $\bar{P}_{nm}$: genormaliseerde Legendre functies
- n, m: graad en orde

Het bepalen van een model van het gravitatieveld van de aarde betekent in de

meeste gevallen het bepalen van de potentiaalcoëficiënten $\overline{C}_{nm}$, $\overline{S}_{nm}$, echter niet tot ∞ maar tot een bepaalde maximale graad en orde *nmax*. Hoe hoger *nmax* hoe hoger de frequentie in het gravitatieveld die bepaald kan worden en dus hoe hoger de resolutie (zie paragraaf 7).
De meeste modellen verkregen uit satellietbanen bevatten potentiaal-coëfficiënten tot $nmax=36$. Hiervoor worden dan ook vaak gravimetrische gegevens gebruikt. Deze $nmax=36$ komt overeen met een resolutie van 500 *km*. Ook zijn er al modellen bepaald tot een maximale graad en orde 180 en zelfs 360 (in dat geval aangevuld met altimetrie gegevens). Deze hebben echter als nadeel dat de precisie ervan niet homogeen is over de hele aarde.
Met gradiometrie kan in principe een nauwkeurige, homogene set potentiaal-coëfficiënten verkregen worden tot vrij hoge graad, bijvoorbeeld 360.

Principe van gradiometrie

In figuur 2 stellen P_1 en P_2 twee puntmassa's voor. Deze ondervinden ten gevolge van de aantrekkingskracht van de aarde een versnelling, respectievelijk $\vec{a}(P_1)$ en $\vec{a}(P_2)$. Stellen we ons voor dat P_1 en P_2 verbonden zijn met een staaf met aan de uiteinden veertjes (Rummel, 1986).



Figuur 2: Principe van gradiometrie

Deze simpele gradiometer bevindt zich in een satelliet die om de aarde draait. Het massamiddelpunt van de satelliet is gelijk aan dat van de gradiometer, te weten het punt O. In O is geen resulterende versnelling omdat het massamiddelpunt in vrije val is.
Omdat de puntmassa's vast verbonden zijn met O worden deze meegenomen in de vrije val maar er blijven resulterende versnellingen over die gelijk zijn aan respectievelijk $\vec{a}(P_1)$ - $\vec{a}(O)$ en $\vec{a}(P_2)$ - $\vec{a}(O)$.
We kunnen de versnellingen $\vec{a}(P_1)$ en $\vec{a}(P_2)$ in een Taylorreeks ten opzichte van punt O ontwikkelen:

$$\vec{a}(P_1) = \vec{a}(O) + \left.\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j}\right|_O dx_j(P_1,O) + O(dx_j^2) \tag{2}$$

$$\vec{a}(P_2) = \vec{a}(O) + \left.\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j}\right|_O dx_j(P_2,O) + O(dx_j^2) \tag{3}$$

Hierin is $dx_j(P,O)$ het coördinaatverschil tussen de punten P en O. Als we nu de termen van tweede en hogere orde verwaarlozen, dan vinden we voor de resulterende versnellingen:

$$\vec{a}(P_1) - \vec{a}(O) = \left.\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j}\right|_O dx_j(P_1,O) \stackrel{\text{def}}{=} d\vec{a}(P_1) \tag{4}$$

$$\vec{a}(P_2) - \vec{a}(O) = \left.\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j}\right|_O dx_j(P_2,O) \stackrel{\text{def}}{=} d\vec{a}(P_2) \tag{5}$$

Omdat we echter alleen in de punten P_1 en P_2 kunnen meten (want daar zitten de veertjes) kijken we naar het verschil in resulterende versnelling tussen deze twee punten:

$$d\vec{a}(P_2) - d\vec{a}(P_1) = \left.\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j}\right|_O dx_j(P_1,P_2) \stackrel{\text{def}}{=} d\vec{a}(P_1,P_2) \tag{6}$$

waarin $dx_j(P_1,P_2)$ nu het coördinaatverschil is tussen de punten P_1 en P_2. Voor de versnelling $\vec{a}$ kunnen we schrijven:

$$\vec{a} = \frac{\partial V}{\partial x_i} = a_i = \nabla V \qquad (7)$$

oftewel de versnelling $\vec{a}$ is de gradient van de gravitatiepotentiaal V. De grootheid $\partial\vec{a}/\partial x_j$ in (6) is dan weer de gradient van $\vec{a}$, dus:

$$\frac{\partial \vec{a}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\partial V}{\partial x_i}\right) = \frac{\partial^2 V}{\partial x_i \partial x_j} = V_{ij} \qquad (8)$$

oftewel de tweede afgeleide van de gravitatiepotentiaal. Door het versnellingsverschil $d\vec{a}(P_2)$ - $d\vec{a}(P_1)$ in (6) te meten bepalen we dus de gradient van de gravitatiekracht. Hier komt de naam *gradiometrie* vandaan. Laten we de aanduidingen (P_1,P_2) weg dan verkrijgen we uit (6), (7) en (8) de basisformule van de gradiometrie:

$$\boxed{da_i = V_{ij}(O)dx_j} \qquad (9)$$

De grootheid V_{ij} wordt de *gravitatietensor* of *Marussi-tensor* genoemd en we kunnen deze weergeven door de matrix:

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} V_{xx} & V_{xy} & V_{xz} \\ V_{yx} & V_{yy} & V_{yz} \\ V_{zx} & V_{zy} & V_{zz} \end{pmatrix}$$

waarin de coördinaten (x,y,z) betrekking hebben op het lokale coördinaatstelsel (dus het stelsel in de satelliet dat we meestal kiezen met de oorsprong in het massamiddelpunt van de satelliet). Het gravitatieveld van de aarde is een conservatief veld. Dit wil zeggen dat de verrichte arbeid om van een punt A naar een punt B in het veld te komen onafhankelijk is van de gevolgde weg. Uit de natuurkunde weten we dat voor een conservatief veld geldt $\nabla \times \vec{a} = \vec{0}$ oftewel $\nabla \times \nabla V = \vec{0}$. Deze eigenschap heeft tot gevolg dat voor de Marussi-tensor geldt $V_{ij} = V_{ji}$ dus de Marussi-tensor is symmetrisch. Van de 9 componenten van V_{ij} blijven er dus nog maar 6 onafhankelijke over. Uit de fysische geodesie weten we verder dat voor het gravitatieveld (buiten alle massa's) de Laplace voorwaarde geldt, die weergegeven kan worden door $\Delta V = 0$ of $\nabla^2 V = 0$. Uitwerking hiervan levert $V_{xx} + V_{yy} + V_{zz} = 0$, dus uitein-

delijk blijven er nog maar 5 *onafhankelijke componenten* van V_{ij} over.

Een voorbeeld

Als voorbeeld nemen we voor de gravitatiepotentiaal de uitdrukking:

$$V(P) = \frac{GM}{r_p} \tag{10}$$

Dit is de potentiaal van een homogene bol en deze uitdrukking is gelijk aan de nulde orde term van de bolfunctiereeksontwikkeling ($n=0$) uit (1). Door deze uitdrukking twee keer te differentiëren naar de coördinaten (r, λ, φ) en dan te transformeren naar de lokale coördinaten (x,y,z) vinden we voor de gravitatietensor:

$$V_{ij} = \frac{GM}{r_p^{\,3}} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \tag{11}$$

Op een hoogte van 200 km boven het aardoppervlak is de term GM/r^3 ongeveer gelijk aan $1400 \cdot 10^{-9}\ s^{-2}$. Voor deze tweede afgeleide van de potentiaal is een speciale eenheid gebruikelijk, namelijk de EU (*Eötvös-Unit*) die gelijk is aan $10^{-9}\ s^{-2}$. Hiermee worden de diagonaal elementen van de Marussi-tensor op 200 km hoogte:

$$V_{xx} = V_{yy} \approx -1400 \text{ EU}$$
$$V_{zz} \approx 2800 \text{ EU}$$

Met het in figuur 2 aangegeven coördinaatstelsel waarin de (simpele) gradiometer (bestaande uit de staaf met de twee veertjes) dus langs de x-as ligt, dan volgt uit (9) met (11):

$$da_i = \frac{GM}{r^3} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \frac{GM}{r^3} \begin{pmatrix} -d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \tag{12}$$

Nemen we voor de lengte d van de staaf $d = 1\ m$ dan wordt het versnellings-

verschil in x-richting tussen de punten P_1 en P_2 gelijk aan $-GM/r^3 \approx -1400 \cdot 10^{-9}\ m/s^2 = -1.4 \cdot 10^{-6}\ m/s^2$.

Bepaling van het gravitatieveld

In deze paragraaf zal worden aangegeven hoe met een simpel model de gravitatiepotentiaal uit gradiometer waarnemingen kan worden opgelost.
De satelliet zal in een bijna polaire baan om de aarde worden gebracht voor een periode van 3 à 6 maanden. De baan wordt zodanig gekozen dat de aarde zo regelmatig mogelijk wordt bedekt met metingen. Maar het zal natuurlijk altijd zo zijn dat de polen dichter worden bedekt dan de gebieden bij de evenaar. Als de baan niet exact over de polen loopt, dan zullen kleine poolgebieden onbedekt blijven. Als we deze twee zaken buiten beschouwing laten, dus uitgaan van een homogene bedekking, dan is de bepaling van het gravitatieveld uit de metingen vrij eenvoudig. Veronderstellen we tevens dat we zoveel metingen hebben dat we mogen doen alsof we een continue functie hebben gemeten, dan kunnen zelfs analytische oplossingen worden gevonden.
Het probleem laat zich als volgt samenvatten: we hebben op satelliethoogte de tweede afgeleiden van de potentiaal op een bol gegeven (de satelliet beweegt zich ongeveer over een boloppervlak) en we willen hieruit de potentiaal of de gravitatie op het aardoppervlak oplossen.
De potentiaal V schrijven als de som van een benaderde potentiaal en een stoorterm:

$$V(P) = U(P) + T(P) \tag{13}$$

Alle waarnemingen hangen af van de plaats en van de potentiaal. Deze relatie wordt zowel naar de plaats als naar de potentiaal gelineariseerd. We schrijven symbolisch voor een waarneming Γ (Rummel, 1984):

$$\Gamma(P,V) = \Gamma'(P',U) + \partial_{x_i}\Gamma'(P,U)\,|_{P'}\Delta x_i + \delta\Gamma(P',T) \tag{14}$$

met:

$\Gamma'(P',U)$: benaderde waarde van Γ in benaderd punt P'

$\partial_{x_i}\Gamma'(P,U)$: partiële afgeleide van Γ naar de coördinaten $\{x_i,\ i=1,2,3\}$

$\delta\Gamma(P',U)$: restterm

Zoals gebruikelijk in de fysische geodesie vormen we zogenaamde anomalieën:

$$\Delta\Gamma = \Gamma(P,V) - \Gamma'(P',U) = \partial_{x_i}\Gamma'(P,U)\,|_{P'}\Delta x_i + \delta\Gamma(P',T) \tag{15}$$

In de volgende formules zullen we gebruik maken van een lokaal cartesisch stelsel (x,y,z). Hier is de x noord, de y oost en de z radiaal gericht. Voor de component $\Delta\Gamma_{xx}$ krijgen we uit (15)

$$\Delta\Gamma_{xx} \overset{\text{def}}{=} \frac{\partial^3 U}{\partial x^3}\Delta x + \frac{\partial^3 U}{\partial x^2 \partial y}\Delta y + \frac{\partial^3 U}{\partial x^2 \partial z}\Delta z + \delta\Gamma(P',T)$$

De andere componenten worden op gelijke wijze bepaald. Als we voor het berekenen van de afgeleides in (15) de potentiaal $U = GM/R$ gebruiken en alle waarnemingen in een matrixvergelijking schrijven dan krijgen we:

$$\begin{pmatrix} \Delta\Gamma_{xx} \\ \Delta\Gamma_{xy} \\ \Delta\Gamma_{xz} \\ \Delta\Gamma_{yy} \\ \Delta\Gamma_{yz} \\ \Delta\Gamma_{zz} \end{pmatrix} = \frac{3\gamma}{r_p^2} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_{xx} \\ T_{xy} \\ T_{xz} \\ T_{yy} \\ T_{yz} \\ T_{zz} \end{pmatrix} \tag{17}$$

met γ: normaalzwaartekracht, $\gamma_p = \dfrac{GM}{r_p^2}$, r_p: straal van de satellietbaan.

Het probleem in deze vorm is onderbepaald: we hebben per punt 6 waarnemingen en 6+3=9 onbekenden ($T_{x_i x_j}$). Maar alle $T_{x_i x_j}$ zijn afgeleides van dezelfde stoorpotentiaal T. Door hiervoor een reeksontwikkeling in te vullen, net als voor V in vergelijking (1),

$$T(P) = \sum_{n,m,\alpha}^{N} C_{nm\alpha} Y_{nm\alpha}(P) \tag{18}$$

met:

$$Y_{nm\alpha} = \begin{cases} \left(\dfrac{R}{r}\right)^{n+1} \cos m\lambda P_{nm}(\cos\theta) & m \geq 0 \\ \left(\dfrac{R}{r}\right)^{n+1} \sin m\lambda P_{nm}(\cos\theta) & m < 0 \end{cases}$$

hangen alle $T_{x_i x_j}$ van dezelfde set potentiaal coëfficiënten af. Deze introduceren we als nieuwe onbekenden. We hebben hiermee echter nog veel meer onbekenden geïntroduceerd. We kunnen het probleem dan ook pas oplossen als we de waarnemingsvergelijkingen voor alle punten tegelijk nemen:

$$\begin{pmatrix} \Delta\Gamma_{xx} \\ \Delta\Gamma_{xy} \\ \Delta\Gamma_{xz} \\ \Delta\Gamma_{yy} \\ \Delta\Gamma_{yz} \\ \Delta\Gamma_{zz} \end{pmatrix} = \frac{3\gamma}{r_p^2} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{xx} Y_{nm\alpha}(P) \\ \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{xy} Y_{nm\alpha}(P) \\ \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{xz} Y_{nm\alpha}(P) \\ \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{yy} Y_{nm\alpha}(P) \\ \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{yz} Y_{nm\alpha}(P) \\ \Sigma_{nm\alpha} C_{nm\alpha} \partial_{zz} Y_{nm\alpha}(P) \end{pmatrix} \qquad (19)$$

Bovenstaand stelsel vergelijkingen hebben we voor ieder punt. Door de onbekende potentiaalcoëfficiënten zijn deze alle met elkaar verbonden. De bovengrens N van de sommaties in (19) hangt af van het aantal punten: hoe meer punten we hebben gemeten hoe meer coëfficiënten we in het algemeen kunnen oplossen. Men kan laten zien dat het niet zinvol is meer coëfficiënten dan punten in vergelijking (19) in te voeren. Het stelsel is dan met een set van vier waarnemingen precies bepaald. Nemen we alle zes de waarnemingen dan is het stelsel dus overbepaald. In het geval van vier of meer waarnemingen kunnen we dus de posities, in het geval van een satelliet dus de baan, uit de gradiometerwaarnemingen zelf oplossen zonder extra informatie. Ook het uitvoeren van één meting per punt kan zinvol zijn. We moeten dan wel de coördinaten van de meetpunten op een andere wijze bepalen (bijvoorbeeld met GPS).

In de praktijk zal je dit stelsel numeriek oplossen, bijvoorbeeld met kleinste kwadraten. Maar als je het aantal waarnemingen naar oneindig laat naderen is het ook voor sommige combinaties van waarnemingen mogelijk een analytische oplossing te bepalen. Deze bieden de mogelijkheid om, voordat er gemeten is, op een simpele wijze voorspellingen te doen over de te halen nauwkeurigheid van de potentiaal coëfficiënten.

Referenties

[Balmino, G. et al.]: Proposal for a satellite gravity gradiometer experiment for the geosciences, 1985.
[NASA]: Geophysical and geodetic requirements for global field measurements 1987-2000, report of a gravity workshop, Colorado Springs, 1987.
[Rummel, R.]: From the observational model to gravity parameter estimation, in: Local gravity field approximation, Beijing international summerschool, 1984.
[Rummel, R.]: Satellite Gradiometry, in: Lecture Notes in Earth Sciences Vol.7, Ed. H.Sünkel, Springer, Berlin, 1986.

STEDELIJKE HERVERKAVELING IN INTERNATIONAAL WETGEVINGSPERSPECTIEF

Ir. H.W. de Wolff

Inleiding

Stedelijke herverkaveling is al jaren onderwerp van geodetische studie, zowel bij de planologische als bij de juridische geodesie. Al in de jaren '40 pleit mr. J.H. Jonas, als lector ten behoeve van het geodetisch onderwijs aan de Technische Hogeschool Delft verbonden, voor een regeling van stedelijke herverkaveling. Het pleidooi wordt later overgenomen door prof.mr. P. De Haan, hoogleraar onroerend-goedrecht. Bij de discussie over een wettelijke regeling van de stadsvernieuwing staat voor hem een regeling van stedelijke herverkaveling op de eerste plaats. In opdracht van het ministerie wordt door hem een ontwerp van een wettelijke regeling van stedelijke herverkaveling vervaardigd. De staatssecretaris besluit echter om voorlopig niet over te gaan tot de voorgestelde wijziging van de Wet op de stads- en dorpsvernieuwing en zo stedelijke herverkaveling een wettelijke basis te geven. Zijn besluit daartoe is mede gebaseerd op een negatief advies van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten.
Inmiddels wordt in de praktijk wel op experimentele wijze volgens (een deel van) de filosofie van stedelijke herverkaveling gewerkt, met name in de zin van het optimaliseren van gebruiksverhoudingen. Een initiërende rol wordt hierbij gespeeld door prof.dr. P. van Schilfgaarde, deeltijd-hoogleraar planologische geodesie. Uit verschillende praktijkervaringen blijkt enerzijds hoe complex een stadsvernieuwingsproces volgens de filosofie van stedelijke herverkaveling kan zijn (er moeten vele keuzen gemaakt worden, en vele mensen worden betrokken). Anderzijds blijkt dat het huidig wettelijke instrumentarium op een aantal belangrijke punten te kort schiet om een herverkavelingsproces tot een goed

einde te kunnen brengen.

Bij het onderzoek naar stedelijke herverkaveling dat nu op de faculteit wordt verricht staat de praktische toepasbaarheid van de methode centraal. Er is voor gekozen om dit onderzoek in een internationaal kader te plaatsen. Directe aanleiding is daarbij gelegen in het feit dat er in een aantal landen al wettelijke regelingen van vormen van stadsvernieuwing bestaan die op stedelijke herverkaveling lijken.
In deze bijdrage zullen deze wettelijke regelingen centraal staan. Voorafgaand aan een globale bespreking zal op de plannen voor een wettelijke regeling in Nederland worden ingegaan. Deze bijdrage wordt afgesloten met een aantal voorzichtige conclusies en een beschrijving van de contouren voor verder onderzoek.

Geschiedenis wettelijke regeling

De discussie over een wettelijke regeling van stedelijke herverkaveling is in Nederland terug te voeren tot de jaren '40. In het Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde houdt Jonas een pleidooi voor een vorm van stedelijke ruilverkaveling[1]. Aanleiding is de wederopbouw van het door het bombardement verwoeste centrum van Rotterdam. Hij signaleert dat in het verleden ook in andere plaatsen door grote rampen soortgelijke situaties en problemen van wederopbouw zijn ontstaan als nu in de gemeente Rotterdam. In Tokyo (Japan) heeft de aardbeving van 1923 grote delen van de stad verwoest. De wederopbouw heeft daar plaatsgevonden op grond van een wettelijke regeling van "Urban land readjustment" die sinds 1919 bestond. Ondanks een groot aantal gebreken in de wettelijke regeling is de wederopbouw daar een succes geworden.
Jonas pleit er daarom voor dat bij de wederopbouw van Rotterdam niet slechts onteigend wordt tegen een geldbedrag, maar:

> *"...dat de schadeloosstelling zoveel mogelijk zal worden gegeven in grond van dezelfde kwaliteiten (ligging, omvang), onder aftrek van een evenredig deel voor openbare doeleinden, tenzij men niet weer terplaatse wil gaan bouwen maar elders en dus gelduitkeering wenscht."*

Begin 1941 herhaalt Jonas zijn pleidooi in hetzelfde tijdschrift[2]. Hij kan daarbij constateren dat de ideeën inmiddels ook leven bij de regeringscommissaris voor de wederopbouw, dr.ir. J.A. Ringers. Voor de wederopbouw wordt, reeds tijdens de oorlog, gekozen voor een aanpak gebaseerd op onteigening, waarbij de schadeloosstelling van de (onteigende) grond niet wordt uitgekeerd in geld, maar resulteert in een inschrijving in een grootboek. Op grond van die inschrijving kan een verzoek tot herbouw worden ingediend[3].

Opvallend is dat de ervaringen met deze regeling niet resulteren in een algemene wettelijke regeling voor stedelijke herverkaveling. De situatie wijkt daarbij af van die in de Bondsrepubliek Duitsland, waar de regelgeving uit de wederopbouwtijd wel heeft geleid tot een wettelijke regeling. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat in de B.R.D. al van voor de oorlog een traditie bestaat op het gebied van de stedelijke herverkaveling.

Na de oorlog wordt het pleidooi van Jonas overgenomen door mr.ir. J.M.C. Witvliet, die in een publicatie over stedebouwkundige herverkaveling en toewijzing in de verwoeste gebieden van Nederland, de aanpak van de wederopbouw heeft geanalyseerd. Witvliet pleit daarbij voor opname van stedebouwkundige herverkaveling in de te ontwikkelen Wet op de ruimtelijke ordening.

Zoals bekend wordt niet besloten een dergelijke regeling op te nemen in de Wet op de ruimtelijke ordening. Twee regeringscommissies brengen daarover een negatief geladen advies uit. Voor stadsuitbreiding wordt de vorm van stedelijke herverkaveling afgewezen omdat het ongewenst wordt gevonden dat de agrarische eigenaren, eigenaar van de (woning)bouwpercelen worden. Voor sanering is een vorm misschien wel op zijn plaats, alhoewel de gemeentelijke beleidsvrijheid om eventueel te kunnen bepalen dat een gebied na de sanering voor andere bewoners kan worden bestemd, hoog in het vaandel wordt gehouden. Daarbij komt het feit dat in deze tijd van wederopbouw sanering geen prioriteit heeft in verband met de woningnood.

Een nieuwe impuls aan de discussie over een wettelijke regeling van stedelijke herverkaveling wordt eind jaren '60 gegeven door De Haan, die rondom de inmiddels wel actueel geworden ideevorming met betrekking tot de stadsvernieuwing (in de terminologie van deze tijd: sanering) pleit voor stedelijke ruilverkaveling. De discussie wordt voortgezet in de Werkgroep stedelijke verkaveling, die in 1971 een rapport over de hoofdlijnen van een Wet op de stadsvernieuwing publiceert[4]. Als belangrijk element wordt stedelijke herverkaveling naar voren gebracht.
In eerste aanleg wordt echter niet gekozen voor een opname in de wetgevingsplannen voor de stads- en dorpsvernieuwing. Wel wordt in 1977 door het ministerie aan De Haan een onderzoeksopdracht verleend om de mogelijkheid van een wettelijke regeling van stedelijke herverkaveling te onderzoeken en een ontwerp van wet met een memorie van toelichting te maken.
De onderzoeksopdracht leidt uiteindelijk, na de invoering van de Wet op de stads- en dorpsvernieuwing in 1985, tot een voorontwerp van een wet tot wijziging van deze wet.

Het voorstel wordt door het ministerie ter advies aan de 23 grootste stads-

vernieuwingsgemeenten gestuurd. In overleg tussen de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (V.N.G.) en deze gemeenten wordt besloten dat zeven gemeenten in samenwerking met de V.N.G. een nadere analyse van het voorstel maken en een commentaar voorbereiden. Uiteindelijk lukt het niet om een unanieme reactie te geven en wordt een reactie gegeven namens 22 gemeenten. Het advies is negatief.

> *"...Uit de literatuur, de vaktijdschriften en de signalen vanuit de dagelijkse gemeentelijke praktijk zoals die de afgelopen jaren over stedelijke herverkaveling tot ons zijn gekomen, valt niet de conclusie te trekken dat stedelijke herverkaveling het meest gewenste antwoord biedt op de problemen. (...)*
> *Samenvattend komen wij tot het oordeel dat de goede elementen die in het gepresenteerde voorontwerp zitten, opgepakt dienen te worden. Deze elementen zouden dan zodanig bewerkt kunnen worden dat opname in reeds bestaande wetgeving mogelijk is. Wij denken hierbij aan de Onteigeningswet en de Woningwet.*[5]"

Alleen de gemeente 's-Gravenhage neemt een afwijkend standpunt in ten opzichte van de V.N.G. reactie. In een afzonderlijke brief aan de staatssecretaris stelt ze:

> *"...Wij zijn van mening dat het voorliggende voorontwerp, mits zodanig aangepast dat een eenvoudige, flexibele en duidelijke toepassing mogelijk is, als zeer waardevol moet worden aangemerkt, waarvan wij de toepassing positief tegemoet zien...*[6]"

Vanuit het ministerie wordt de conclusie getrokken dat de wetswijziging voorlopig van de baan is. Wel is er aanleiding tot mogelijk verder onderzoek.

Accenten wettelijke regeling

Hoe ziet de wettelijke regeling zoals door De Haan voorgesteld er precies uit? Het voert te ver om het voorontwerp hier volledig te behandelen; daarom zullen slechts enkele hoofdlijnen worden weergegeven.
De Haan verstaat onder stedelijke herverkaveling:

> *"...een zodanige samenvoeging, verkaveling en verdeling van onroerende goederen binnen een daartoe bij stadsvernieuwingsplan aangewezen gebied, dat een doelmatige en gecoördineerde uitvoering van dit plan mogelijk wordt.*[7]"

De toepassingsterreinen variëren daarmee, met als ene uiterste totale sloop-/nieuwbouw van een gebied en als andere uiterste realisatie van een beheerorganisatie[8].

De procedure van de herverkaveling, die gedeeltelijk te vergelijken is met de procedure uit de Landinrichtingswet, is als volgt. Na de aanwijzing van een herverkavelingsgebied wordt een herverkavelingscommissie benoemd waarin vertegenwoordigers van gemeente en belanghebbenden zitting hebben. Deze commissie is belast met de voorbereiding en uitvoering van de stedelijke herverkaveling.
Binnen het projekt kunnen gronden aangewezen worden waar vervreemding en verhuur aan goedkeuring vooraf door de herverkavelingscommissie onderhevig is.
In het uitvoeringsschema van het stadsvernieuwingsplan worden, na overleg met de belanghebbenden en een eventuele stemming erover door hen, richtlijnen en voorwaarden opgenomen voor de toedeling van onroerende goederen en van zakelijke en persoonlijke rechten. De richtlijnen bevatten de uitgangspunten van de toedeling, bijvoorbeeld de prioriteit van de gegadigden voor een bepaalde lokatie. De voorwaarden hebben betrekking op de voorwaarden waaronder de nieuwe rechten worden toegedeeld. Dit kunnen financiële voorwaarden zijn (bijvoorbeeld maximaal huurniveau) en voorwaarden betreffende het beheer (uitgifte in erfpacht en splitsing met oprichting van een vereniging van eigenaren). Verder kunnen voorwaarden voor wat betreft de uitvoering van werken worden opgenomen. Tenslotte zullen in het uitvoeringsschema voornemens tot verwerving door de gemeente kunnen worden opgenomen. Deze kunnen onder meer naar analogie van de landinrichting betrekking hebben op gronden met een openbare bestemming.
Na vaststelling van de door de eigenaren en gebruikers ingebrachte rechten en de waarden daarvan, wordt door middel van wensen, richtlijnen en voorwaarden een plan van toedeling en schadeloosstelling ontworpen. Hiernaast is het mogelijk om te kiezen voor algehele schadeloosstelling in plaats van toedeling. Met inachtneming van de voorwaarden van de herverkaveling kan de uitvoering van werken plaatsvinden, zo mogelijk complexgewijs.

De kosten van de herverkaveling worden gedragen door rijk, provincie en gemeenten en de individuele eigenaren en gebruikers; binnen deze laatste categorie worden de kosten onderling verdeeld naar de mate van het nut dat de individuele rechthebbenden bij de herverkaveling hebben gehad. De particulieren betalen de door het rijk gefinancierde bijdragen door middel van de zogenaamde herverkavelingsrente.

Naast deze herverkaveling bij wet wordt in het wetsvoorstel de vorm herverkaveling bij overeenkomst geregeld.

Overzicht buitenlandse vormen

Binnen het onderzoek naar vormen van stedelijke herverkaveling in het buitenland zijn tot nu toe de volgende landen bestudeerd: de Bondsrepubliek Duitsland, België, Frankrijk en Engeland. Naast deze landen kennen onder andere Oostenrijk en Zweden een vorm van stedelijke herverkaveling. Ook buiten Europa wordt met name voor stadsuitbreiding wel gebruik gemaakt van stedelijke herverkaveling ("landreadjustment")[9]. Voor ontwikkelingslanden is deze vorm van herverkaveling vaak een aantrekkelijke manier om relatief goedkoop stadsuitbreiding te kunnen realiseren; de kosten voor infrastructuur worden namelijk betaald uit een oppervlaktekorting bij de toedeling die mogelijk is door de waardestijging van de percelen (ten gevolge van de verandering van agrarische in woonbestemming). In Nederland, waar in het algemeen bij stadsuitbreiding de grond relatief goedkoop door de overheid kan worden verworven en er geen probleem is om de verwerving tijdelijk te financieren, is herverkaveling vanuit dit oogpunt niet bijzonder aantrekkelijk.

Bij het analyseren van vormen komt de vraag naar voren wat nu precies onder stedelijke herverkaveling moet worden verstaan. Deze vraag is niet makkelijk te beantwoorden. Al eerder is aangegeven is dat bij het begrip stedelijke herverkaveling ook in Nederland heel verschillende accenten worden gelegd. Jonas spreekt van stedelijke ruilverkaveling, Witvliet van stedebouwkundige herverkaveling en De Haan van stedelijke herverkaveling. Bij de uitleg van het begrip legt De Haan grote nadruk op het karakter als juridisch totaalkader voor de herinrichting, Van Schilfgaarde legt de nadruk veel meer op de aanvulling van de (bestuurlijke) gereedschapkist om processen van publiek-private samenwerking beter te kunnen structureren[10]. Centraal staat in ieder geval een verandering in de eigendoms- en of gebruiksverhoudingen waarbij rekening wordt gehouden met de rechthebbenden.

Bovenstaande maakt duidelijk dat bij de selectie van vormen breder moet worden gekeken dan naar een integrale wettelijke regeling alleen. Ook onderdelen van het instrumentarium voor stedelijke herverkaveling zullen vanuit de praktijk bekeken worden om tot een toetsing van de werking van bepaalde elementen te kunnen komen.

In de volgende drie paragrafen zullen een aantal wettelijke modellen worden besproken. Ten behoeve van de analyse is de volgende typologie gemaakt voor het beschrijven van instrumenten van stedelijke herverkaveling:

* *accent op integrale planrealisatie;*
* *accent op samenwerking;*
* *accent op wijkgerichte zelfstandige uitvoerder.*

Integrale planrealisatie

In deze categorie past het wetsvoorstel zoals door De Haan is gemaakt. Stedelijke herverkaveling betekent hier een instrument voor de totale (her)inrichting van een bepaald gebied volgens een bepaald plan. Buitenlandse vormen die passen in deze categorie zijn de Duitse "Umlegung" en de Belgische herverkaveling.

Umlegung (B.R.D.)

In de B.R.D. is in het Baugesetzbuch (BauGB), enigszins te vergelijken met een combinatie van de Nederlandse Wet op de ruimtelijke ordening en de Wet op de stads- en dorpsvernieuwing, een vorm van stedelijke herverkaveling opgenomen. Het instrument is al vrij oud (19e eeuw), en is in de wederopbouwtijd veel gebruikt, en daarna in een Bundesgesetz terecht gekomen. In vergelijking met het Nederlandse denken over stedelijke herverkaveling valt op dat het primair eigendoms- en grondgericht is. Het doel is de kavelindeling nodig voor realisatie van het Bebauungsplan (soort bestemmingsplan) met behulp van de zittende eigenaren te kunnen realiseren.
De herverkaveling kan plaats vinden onder leiding van een Umlegungsausschuss (par 46 BauGB), met zelfstandige beslissingsbevoegdheden. De commissie is onafhankelijk van zowel de eigenaren als de gemeente. De gemeente kan haar voorkooprecht aan de commissie delegeren. Vaak wordt voor de uitvoering de Flurbereingingsbehörde (uit de ruilverkaveling) of het Katasteramt aangewezen.
De procedure van de Umlegung is zeer gedetailleerd geregeld. Binnen de werkingssfeer van een geldig Bebauungsplan of een toekomstig Bebauungsplan kan een Umlegungsbeschluss worden genomen. Gevolg van het besluit is dat er een Verfügungs- en Veränderungssperre in werking treedt, wat betekent dat veranderingen in de rechtstoestand met betrekking tot eigendom en gebruik en ook fysieke veranderingen, vergunningsplichtig worden. Door middel van een Umlegungsvermerk wordt de Umlegung in het Grundbuch geregistreerd.
Aan het begin van de procedure wordt de Umlegungsmasse (inbreng) vastgesteld. Hieruit worden de oppervlakten gehaald die voor verkeer en openbaar groen nodig zijn (conform het plan). Zo ontstaat de Verteilungsmasse. Deze wordt in principe naar rato van de waarde (soms ook de oppervlakte) van de ingebrachte grond verdeeld. Verrekening vindt plaats voor toedeling van "te hoge waarde", voor eventuele bebouwing op de grond en bij mogelijke over/onderbedeling, of zelfs (mogelijk gewenste) niet-bedeling. In het laatste geval moet in de regel vervangende ruimte elders worden aangeboden. Via de mogelijkheid tot het opleggen van een bouwplicht kan de realisatie van een projekt na de herverkaveling worden gewaarborgd.
De kosten van de organisatie zijn voor rekening van de gemeente.

herverkaveling (België)

In de Belgische Stedebouwwet uit 1962 (wet houdende de organisatie van de ruimtelijke ordening en de stedebouw) is een wettelijke vorm van (stedelijke) herverkaveling geregeld (art 39 - 42). In de regeling ligt het accent sterk op de gevolgen van de herverkaveling. Het juridische mechanisme (de procedurele kant) is niet geregeld. Het instrument is bedoeld om een handvat te bieden indien een herschikking van grondeigendommen noodzakelijk is voor een betere realisatie van de in een Bijzonder Plan van Aanleg (een soort bestemmingsplan) voorgeschreven bestemmingen. Indien een eigenaar niet mee wil werken zal de herverkaveling via een onteigeningsplan en een onteigeningsbesluit moeten worden doorgezet.

Er is in de wet geen regeling opgenomen over de organisatorische doorvoering van de herverkaveling. Door de Vereniging van Belgische Steden en Gemeenten is een procedure ontwerp gemaakt om de herverkaveling te kunnen laten plaatsvinden. Een modelcontract dat tussen eigenaren en gemeente kan worden gesloten terzake van een herverkavelingsprojekt maakt onderdeel uit van dit ontwerp.

Deze vorm van herverkaveling heeft dan ook altijd het karakter van herverkaveling bij overeenkomst.

praktijkmogelijkheden

Beide vormen van herverkaveling wijken nogal af van het wetsvoorstel voor de Nederlandse situatie. In de Duitse Umlegung gaat het om het herverdelen van eigendom van grond. Daarom is het instrument pas zinvol bij meer grootschalige stadsvernieuwingsingrepen (klassieke sanering), of aanvullend in de stadsvernieuwing (herverkaveling binnenterreinen). Zo wordt bij 14% van de stadsvernieuwingsprojekten de Umlegung gebruikt. Het aantal betrokken percelen is daarbij vaak gering. Daarnaast is het instrument bruikbaar gebleken voor stadsuitbreiding (Baulandversorgung). Opvallend is dat, in tegenstelling tot het Nederlandse wetsvoorstel, de eigenaren en gebruikers niet in de herverkavelingscommissie participeren.

De Belgische vorm is volledig gebaseerd op vrijwilligheid. Daarnaast ontbreekt een procedurele regeling. Deze vorm van stedelijke herverkaveling wordt dan ook zelden toegepast (alleen in het kader van de wederopbouw) en is voor de stadsvernieuwing van geen belang.

Beide vormen zijn voorwaardescheppend, de eigenlijke fysieke ingreep is hoogstens indirect gewaarborgd (bouwplicht).

Accent op samenwerking

Een van de kenmerken van stedelijke herverkaveling zoals beschreven in het

wetsvoorstel, is de wettelijk geregelde organisatie waarin ondermeer de rechthebbenden participeren: de herverkavelingscommissie. Ook in het buitenland zijn vormen te vinden waarbij een samenwerkingsvorm van de rechthebbenden centraal staat. Achtereenvolgens zullen behandeld worden de Franse Association Foncière Urbaine en de Duitse Sanierungsgemeinschaft.

Association Foncière Urbaine (Frankrijk)

De wettelijke regeling van de A.F.U. (Association Foncière Urbaine) dateert uit 1967. De huidige regeling is opgenomen in de Code de l'urbanisme, en is vrij recent nog gewijzigd (1985).
De A.F.U. is een samenwerkingsvorm tussen eigenaren van onroerend goed in een bepaald gebied met als doel gezamenlijk de realisatie van een projekt ter hand te nemen. Door deze samenwerking kan onteigening worden voorkomen en kunnen financiële voordelen worden behaald.
Er bestaan drie vormen van een A.F.U.: een A.F.U. du remembrement (verkaveling), een A.F.U du groupement de parcelles (perceelsclustering met als doel bepaalde projektontwikkeling mogelijk te maken) en een A.F.U. de la restauration immobilière (renovatie).

De A.F.U. kan als vrijwillig samenwerkingsverband opgericht worden (A.F.U. libre). Er is in dit geval sprake van een privaatrechtelijke samenwerkingsvorm.
Daarnaast kan de A.F.U. via een officiële procedure worden ingesteld door de Commissaire de la Republique (er is dan sprake van een Association autorisée: een publiekrechtelijke samenwerkingsvorm). Een verzoek tot instelling kan komen van de (meerderheid) van de eigenaren of van de lokale overheid. Voorafgaande aan de beslissing wordt een openbaar onderzoek gehouden. Ook vindt een stemming onder de eigenaren plaats, waarbij 2/3 van de eigenaren èn de oppervlakte voor de instelling moet stemmen. In de regeling van voor 1985 was dit 3/4. De eigenaren die niet mee willen doen hebben een zogeheten "droit de délaissement". Zij worden dan schadeloos gesteld op onteigeningsbasis. Wel moeten ze binnen een maand aangeven gebruik te willen maken van dit recht.
Tenslotte is er een mogelijkheid om een A.F.U. verplicht op te richten (Association forcée) door de Commissaire de la Republique. In de praktijk is er veel terughoudendheid ten aanzien van deze vorm.
De président, de voorzitter van de A.F.U., is verantwoordelijk voor de uitvoering. Hij kan op basis van een contract zich laten bijstaan door een technicus. In de praktijk blijkt dit vaak een "géomêtre expert".

Sinds 1985 zijn er een aantal veranderingen in de wettelijke regeling van de A.F.U. aangebracht, waardoor de rol van de gemeente is versterkt. Ingeval van de aanwezigheid van een goedgekeurd Plan d'occupation de sol (soort bestemmingsplan) is goedkeuring door de gemeente verplicht, anders hebben de

participanten vrijheid in planvorming. Bij de goedkeuring kunnen voorwaarden worden gesteld aan het functioneren.

Sanierungsgemeinschaft (B.R.D.)

In de B.R.D. was in het Städtebauförderungsgesetz (een bijzondere wet voor de stadsvernieuwing en stadsontwikkeling uit 1971) een regeling opgenomen voor een zogeheten Sanierungsgemeinschaft. Bij de samenvoeging van het Städtebauförderungsgesetz met het Bundesbaugesetz (1987) is de regeling echter uit de wet verdwenen.

Een Sanierungsgemeinschaft is een samenwerkingsverband tussen grondeigenaren, huurders, pachters, andere rechthebbenden en mogelijke derden in een stadsvernieuwingsgebied. Doel van de samenwerking is de gezamenlijke uitvoering van een stadsvernieuwingsingreep. Het samenwerkingsverband moet door de overheid erkend worden. De nadere detaillering van deze Sanierungsgemeinschaft is in een Ausführungsgesetz geregeld.

Door het subsidiesysteem van de centrale overheid voor stadsvernieuwing is deze vorm maar zelden toegepast. De kosten van de organisatie bij de Sanierung komen slechts in aanmerking voor subsidie indien de uitvoering wordt gevoerd door een Sanierungsträger. De uitvoering door een Sanierungsgemeinschaft was daarom voor de gemeente niet erg aantrekkelijk.

praktijkmogelijkheden

De A.F.U. werd tot voor kort niet veel in de stadsvernieuwing toegepast. De beschreven wijzigingen in de wetgeving die hebben plaats gevonden (1985) beogen een nieuwe impuls te geven aan het gebruik van de A.F.U. en deze uit het experimenteerstadium te halen. Anders dan in de Nederlandse ideeën over stedelijke herverkaveling worden alleen de eigenaren in het samenwerkingsverband betrokken. Ook is de procedure niet nader geregeld en is er geen speciale regeling met het oog op het beheer (bijvoorbeeld het aanbrengen van veranderingen in de rechtsverhoudingen). Toch lijkt het model een aantal interessante aanknopingspunten te bieden, bijvoorbeeld voor de aanpak van de particuliere woningverbetering in Nederland.

De Duitse Sanierungsgemeinschaft is enigszins te vergelijken met de Nederlandse plannen voor een stadsvernieuwingscorporatie, die bestonden rondom de discussie over de invoering van de Wet op de stads- en dorpsvernieuwing. Er is echter ook in de B.R.D. zeer weinig ervaring mee opgedaan.

Accent op wijkgerichte zelfstandige uitvoerder

Als derde kenmerk van stedelijke herverkaveling wordt min of meer zelfstandige wijkgerichte uitvoering onderscheiden. Verschil met de meer traditionele

uitvoeringspraktijk in de stadsvernieuwing is dat de uitvoering niet door de (gemeentelijke) overheid plaatsvindt, maar is overgedragen aan een uitvoeringsorgaan, met extra bevoegdheden.
De volgende vormen worden hier beschreven: de Duitse Sanierungsträger en de Franse Société d'Economie Mixte Locales.

Sanierungsträger (B.R.D.)

Een Sanierungsträger is een instantie die wordt aangewezen om (een deel van) de uitvoering van een stadsvernieuwingsprojekt ter hand te nemen. De gemeente besteedt een deel van haar taak uit. De mogelijkheid hiertoe is opgenomen in het Baugesetzbuch. Een aantal specifieke taken kan pas worden uitbesteed indien de Sanierungsträger een officiële erkenning (Bestätigung) heeft. Dit is in Nederland vergelijkbaar met een toegelaten instelling in het kader van de Woningwet.
De taken waarvoor een Bestätigung verplicht is zijn:
- verwerving van grond en andere rechten;
- beheren van geld voor de Sanierung (gemeentelijk stadsvernieuwingsbudget);
- Ordnungsmassnahmen en Baumassnahmen die aan de gemeente zijn voorbehouden.

Zowel profit als non-profit organisaties kunnen als Sanierungsträger ingeschakeld en erkend worden.

De uitbesteding wordt in een schriftelijke overeenkomst vastgelegd. Geregeld worden in ieder geval de taak en de vergoeding. Daarnaast worden afspraken gemaakt over de bevoegdheden van de gemeente, zoals de mogelijkheid tot het geven van aanwijzingen. Zo'n aanwijzing kan bijvoorbeeld voorrangsregels inhouden ten aanzien van de uitgifte van percelen in het stadsvernieuwingsproces.
In de praktijk is het mogelijk dat een Sanierungsträger de planning van een projekt maakt, de Ordnungsmassnahmen uitvoert, het sociale plan opstelt, voor herhuisvesting van de bewoners zorgdraagt, uiteenzettingen met de betrokkenen organiseert en de planning maakt van de bouwtechnische maatregelen en deze controleert.

Société d'Economie Mixte Locales (Frankrijk)

Een uitvoeringsvorm uit Frankrijk is de zogeheten Société d'Economie Mixte Locales (S.E.M.L.). Deze wettelijk geregelde organisatie, kan op verschillende terreinen actief zijn. Er zijn drie hoofdterreinen te onderscheiden: bouw (construction), ruimtelijke ordening (aménagement) en diensten (beheer: exploitation des services publics).

Een S.E.M.L. kan worden ingesteld als er een lokaal maatschappelijk nut mee

is gediend, waar het particulier initiatief onvoldoende aan tegemoet komt. Het initiatief tot oprichting van een S.E.M.L. kan zowel van publieke als van private zijde komen. In een S.E.M.L. werken publieke en private partijen samen; aan publieke zijde kunnen dit zowel régions, départements, communes als een bundeling daarvan (collectivités territoriales) zijn.
De wettelijke regeling van de S.E.M.L. dateert uit 1954; in 1983 zijn enige belangrijke amendementen in de wet opgenomen, waardoor de positie van de lokale overheden (verplicht) is versterkt.
De organisatie valt onder het vennootschapsrecht en is georganiseerd volgens de regels van een société anonyme. De lokale overheid heeft minstens de helft van het aandelenkapitaal in handen (max 80%), en de meerderheid in de vertegenwoordigende organen.
De S.E.M.L. is een publiekrechtelijke organisatie. In art 300-4 van de Code de l'Urbanisme wordt bepaald dat de S.E.M.L. op verschillende terreinen met "les collectivités territoriales" kan samenwerken. Naast de meer algemene vorm van convention (een soort overeenkomst), kan de samenwerking op basis van een concession plaats vinden. In dit laatste geval kan door de S.E.M.L. van publiekrechtelijke bevoegdheden als onteigening en het voorkooprecht gebruik worden gemaakt. In beide gevallen is het sinds 1983 verplicht om een contract op te maken (art 5 van de wet), waarin verplicht een aantal elementen met betrekking tot de uitvoering moeten worden geregeld. Deze betreffen onder andere het (maatschappelijk) doel van het contract, duur, afspraken over winst en verlies, de verantwoordelijkheden van de partners in het bijzonder met betrekking tot het financiële plan, bepalingen met betrekking tot mogelijke geschillen en eventuele gevolgen van een (vroegtijdige) beëindiging van de samenwerking.

praktijkmogelijkheden

Uit onderzoek blijkt dat vooral in kleine en middelgrote steden in de B.R.D. veel gebruik wordt gemaakt van de Sanierungsträger. Nog veel vaker wordt een Sanierungsträger op deelterreinen ingezet.
Overigens kan de voorkeur van gemeenten voor het inzetten van een Sanierungsträger gedeeltelijk verklaard worden uit het bijdragesysteem van de Bundesregierung. De organisatiekosten van een projekt worden alleen vergoed als dit wordt uitbesteed. Bij uitvoering in eigen beheer komen deze niet voor een bijdrage in aanmerking.
De S.E.M.L. wordt vrij vaak bij stedelijke projekten in Frankrijk toegepast. Daarbij werd de rol van de lokale overheid steeds minder belangrijk, waardoor er kritiek kwam op deze vorm van oneerlijke concurrentie. In 1983 zijn mede daarom de al eerder geschetste wijzigingen aangebracht, waardoor de rol van de lokale overheid versterkt is.
Beide figuren lijken interessante mogelijkheden te bieden voor een contractsgewijze uitvoering met meer zekerheid voor de betrokkenen en toch de mogelijk-

heid gebruik te maken van publiekrechtelijke bevoegdheden. Meestal zal de rol van de rechthebbenden zelf echter beperkt zijn, al hoewel de Franse S.E.M.L. wel mogelijkheden biedt tot participatie van de rechthebbenden als aandeelhouders. Voor beide vormen geldt dat geen extra (nog niet eerder wettelijk geregelde) bevoegdheden worden toegekend.

Slotopmerkingen

Het valt op dat er in de onderzochte landen (met name in de B.R.D. en in Frankrijk) veel aandacht is voor de uitvoering van de stadsvernieuwing. In Nederland wordt de uitvoering grotendeels aan lokale initiatieven overgelaten en de Wet op de stads- en dorpsvernieuwing heeft een belangrijk deel van de oorspronkelijk bedoelde uitvoeringsgerichtheid verloren. In de onderzochte landen is daarentegen de aandacht van de wetgever voor de realisatie veel groter.

Verder valt op dat bij een aantal vormen de publiekrechtelijke bevoegdheden dichter naar de betrokkenen worden gebracht. In sommige gevallen kan een publiek-private samenwerkingsvorm zelf rechtstreeks gebruik maken van publiekrechtelijke dwangmaatregelen. Voorbeelden hiervan zijn de S.E.M.L. in het geval sprake is van een concession en de A.F.U. ten aanzien van niet gewillige eigenaren in Frankrijk. Daarnaast kan de Sanierungsträger in de B.R.D. gebruik maken van publiekrechtelijke bevoegdheden (in naam van de gemeente). Nederland kent ook de mogelijkheid om publiekrechtelijke bevoegdheden dichter bij de betrokkenen te brengen door het instellen van bepaalde publiekrechtelijke samenwerkingsverbanden (bijvoorbeeld commissie ex art 61 van de Gemeentewet). Van deze vormen wordt tot nu toe echter weinig gebruik gemaakt.

In geen van de onderzochte landen is een vorm gevonden die volledig is te vergelijken met het Nederlandse model voor stedelijke herverkaveling. Op basis van het functioneren van de onderzochte vormen zullen dus nooit rechtstreeks conclusies getrokken kunnen worden voor de Nederlandse situatie met betrekking tot de wenselijkheid van de voorgestelde regeling. De echte herverkavelingsgedachte in de zin van het kunnen omzeilen van onteigening (en tusseneigendom) is nog het meest herkenbaar bij de Duitse Umlegung en de Franse A.F.U..
Opgemerkt moet worden dat de vormen zoals in deze bijdrage zijn beschreven, voornamelijk vanuit een theoretische invalshoek zijn beschreven. Om goed zicht te kunnen krijgen op de mogelijkheid van de verschillende instrumenten alsmede de betekenis voor de praktijk is een meer diepgaande analyse nodig van de genoemde vormen.
Het onderzoek in de werkeenheid Planologische en Juridische Geodesie zal zich

dan ook onder meer gaan richten op een nadere oriëntatie op genoemde vormen. Naast de analyse van de juridische samenwerkingsvormen zal een meer praktijkgerichte analyse van de verschillende constructies gemaakt moeten worden. Doel zal zijn het aandragen van mogelijke bouwstenen voor (nieuwe) vormen van "matchen" van publieke en private investeringen in de stadsvernieuwing. Daarbij wordt met name gedacht aan gebieden met kleinschalig gemengd eigendom en de beleidsvelden collectieve woningverbetering en economische revitalisering van gebieden (bijvoorbeeld winkelstraten en bedrijfsterreinen).

1. Mr. J.H. Jonas - Bij het wederopbouwen van de in Nederland verwoeste steden, Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, juli 1940, blz 129 e.v.

2. Mr. J.H. Jonas - Stedelijke ruilverkaveling, Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, februari 1941, blz 3 e.v.

3. Een uitgebreide beschrijving is terug te vinden in: P. van Schilfgaarde e.a. - De wederopbouw van Rotterdam, stedelijke herverkaveling in de praktijk, 1987, VUGA, 's-Gravenhage. Dit boek vindt zijn basis in het Derdejaars-projekt 1985/1986 van de Faculteit der Geodesie

4. Bouwrecht monografie nr 1, Deventer 1971

5. Wijziging van de WSDV (stedelijke herverkaveling), De Nederlandse gemeente, mei 1987, blz. 449 e.v.

6. Brief van 22 mei 1987 van B&W van de gemeente 's-Gravenhage aan de heer E. Heerma

7. art 38a lid 1 van het voorontwerp

8. Een beheerorganisatie kan ontstaan door individuele eigenaren via de toedeling eigenaar van een appartementsrecht te laten worden; er ontstaat dan een privaatrechtelijke beheerorganisatie: een vereniging van eigenaren. Zie ook de bijdrage van De Haan aan de bundel Stedelijk beheer/ red H.J. Gastkemper, 1986 - Stedelijke herverkaveling als beheerinstrument.

9. Zie ondermeer het boek van W.A. Doebele, Land Readjustment - A different approach to financing urbanization, 1982

10. Zie de bijdrage van hem aan de bundel Rechtsvorming in de Sociale Rechtsstaat - Stedelijke herverkaveling. Een taak van de wetgever of een methodiek voor publiek-private samenwerking?, 1989

DYNAMISCHE GEGEVENSVERWERKING

Ir. M.A. Salzmann

Inleiding

In het Snellius lustrumboek van 1985 gebruikte prof. Rummel het begrip 'dynamische geodesie' en schreef D. van Daalen tegelijkertijd over een 'Delftse School in beweging'. Inmiddels kan worden opgemerkt dat de Delftse School ook letterlijk in beweging is. De theorieën van de Delftse school werden tot op heden voornamelijk toegepast op waterpasnetten en de vlakke puntsbepaling en de metingen die daaraan ten grondslag liggen. Metingen met een waterpasinstrument, theodoliet of afstandmeter hebben een uitgesproken statisch karakter. De laatste jaren raakt de geodeet echter steeds meer betrokken bij de plaatsbepaling van bewegende objekten; een sprekend voorbeeld is de plaatsbepaling op zee. Kenmerkend voor deze dynamische plaatsbepaling is dat de plaats van het te positioneren schip of platform voortdurend verandert in de tijd. Binnen de geodesie zijn het momenteel vooral de zeegeodeten die zich met dynamische plaatsbepalingsproblemen bezig houden. Gezien de snelle ontwikkelingen in de autonavigatie zal ook op land de dynamische plaatsbepaling een belangrijke rol gaan spelen. In de literatuur spreekt men van *dynamische systemen* als men het schip of de auto, waarvan men de plaats wil bepalen, bedoelt. De berekeningen, om tot een positie- en snelheidsbepaling van deze systemen te komen, zijn een onderdeel van de *dynamische gegevensverwerking*.
De nauwe relatie tussen precieze dynamische plaatsbepaling (of navigatie) en puntsbepaling is er de oorzaak van dat geodeten betrokken zijn geraakt bij de plaatsbepaling van dynamische systemen. Bovendien is gebleken dat de geodetische kennis op het gebied van de vereffeningstechniek ook goed

gebruikt kan worden in de dynamische gegevensverwerking. In plaats van dynamische gegevensverwerking voor geodetische toepassingen, kan men ook spreken van de 'dynamische mathematische geodesie'. In de literatuur wordt het wat wijdse begrip dynamische gegevensverwerking soms direkt geassocieerd met filteren (en in het bijzonder het Kalman filter). De dynamische gegevensverwerking is echter veelomvattender dan filteren. Filteren - een gegevensverwerkingstechniek - moet gezien worden als het voornaamste *middel*, maar niet het uiteindelijke *doel* van de dynamische gegevensverwerking. Bij de dynamische gegevensverwerking voor geodetische toepassingen is dat doel de precieze positie- en snelheidsbepaling van bewegende meetsystemen. Verder omvat het begrip dynamische gegevensverwerking ook nog de *infrastruktuur* van de eigenlijke meetsystemen. Deze omvat de meetapparatuur (bijvoorbeeld kompas, GPS ontvanger) en de platformen (auto, schip) waarop deze apparatuur geïnstalleerd is.

In deze bijdrage zal ik me voornamelijk beperken tot de eigenlijke gegevensverwerkingstechnieken en in het bijzonder het (Kalman) filter. In het onderzoek op het terrein van de dynamische gegevensverwerking bij de werkeenheid Mathematische Geodesie ligt namelijk het zwaartepunt bij de vereffeningstechnische kant van de gegevensverwerking en de kwaliteitsbeschrijving van de diverse filtermethoden. Men kan filteren opvatten als vereffenen met tijdsafhankelijke onbekenden. Deze tijdsafhankelijkheid wordt gemodelleerd met behulp van een zogenaamd dynamisch model (hierin schuilt een belangrijk verschil met de 'klassieke' vereffeningstheorie). In een dynamisch model kan men bijvoorbeeld de bewegingsvergelijkingen van een schip modelleren.
Voordat nader op het onderzoek wordt ingegaan, zal eerst een kort overzicht van de toepassingen van de dynamische gegevensverwerking gegeven worden. Vervolgens worden enige begrippen uit de filtertheorie besproken en wordt het verband tussen de vereffenings- en filtermethoden gelegd.

Toepassingen

Het belangrijkste toepassingsgebied van de dynamische gegevensverwerking is de navigatie. De eerste belangrijke toepassing vond het (Kalman) filteren in het begin van de zestiger jaren in de ruimtevaart met de baanberekening van satellieten en de navigatie van ruimtecapsules (Apollo-projekt). De navigatie is nog steeds het belangrijkste toepassingsgebied van de dynamische gegevensverwerking, maar tegenwoordig is ook de gegevensverwerking in bijvoorbeeld de grondwaterbeheersing, de meteorologie en het elektriciteitstransport deels op filtertechnieken gebaseerd. In de geodesie is de dynamische gegevensverwerking voornamelijk van belang voor:

- baanbepaling van satellieten
- navigatie
- traagheidsnavigatiesystemen
- digitale beeldverwerking.

Van deze vier is ook in de geodesie de navigatie de belangrijkste toepassing. De traagheidsnavigatiesystemen zijn apart genoemd omdat voor deze toepassing zeer veel onderzoek is verricht en traagheidsnavigatie systemen zonder een vorm van dynamische gegevensverwerking niet naar behoren kunnen funktioneren. Bij (precieze) navigatie moet men denken aan de volgende toepassingen:

- autonavigatie
- precieze plaatsbepaling op zee ten behoeve van
  - hydrografie
  - 3-D seismiek
  - plaatsing en inspektie van pijpleidingen en platformen.

De dynamische gegevensverwerking heeft binnen de navigatie een grote vlucht genomen met het implementeren van zogenaamde geïntegreerde navigatiesystemen. De kwaliteit van de plaatsbepaling kan aanzienlijk worden verbeterd door de metingen van verschillende sensoren gelijktijdig te verwerken. In geïntegreerde navigatiesystemen kunnen bovendien de metingen, afkomstig van de diverse sensoren, gekombineerd worden met een model van het dynamisch gedrag van het meetplatform. De begrippen geïntegreerd navigatiesysteem en dynamische gegevensverwerking zijn derhalve nauw met elkaar verbonden. Goede voorbeelden zijn de integratie van gegist bestek en radioplaatsbepaling (Loran-C, GPS) in de scheepvaart en de integratie van baro-altimeters, traagheidsnavigatie en radioplaatsbepaling in de luchtvaart.

Terminologie

De dynamische gegevensverwerking en in het bijzonder het filteren worden vaak als moeilijk ervaren. Dit is deels terug te voeren op het feit dat binnen de 'filterwereld' een - voor de geodeet - wat ongebruikelijke terminologie wordt gehanteerd. Om het lezen van filterliteratuur wat te vergemakkelijken, worden waar nodig de Engelse vaktermen gegeven. Zo is de term filteren afkomstig uit de signaalverwerking. Daar houdt men zich o.a. bezig met het detekteren van signalen in ruis; het signaal wordt als het ware uit de ruis gefilterd. De klassieke filtertechnieken zijn geformuleerd in het frekwentiedomein (men neemt aan dat het signaal een bepaalde afwijkende frekwentieka-

rakteristiek heeft; denk bijvoorbeeld aan de detektie van zieke bomen met infraroodopnamen). Hoewel deze beschrijving m.b.v. frekwenties een aantal beperkingen kent, is het een zeer waardevolle techniek (bijvoorbeeld voor toepassingen in de fysische geodesie). Indien men het signaal kan beschrijven met een beperkt aantal (tijd-variabele), parameters kan men een veel grotere klasse van signalen verwerken. In de literatuur wordt echter nog veelal met begrippen uit de klassieke filtertheorie gewerkt. De formulering van filtermethoden met parameters in het tijddomein maakt dat de filtertechnieken toepasbaar zijn geworden voor toepassingen in de navigatie.
Een tweede reden dat het filteren moeilijk wordt gevonden is wellicht dat men in de verschillende vakgebieden, die zich met filteren bezig houden, verschillende notaties gebruikt, waardoor de literatuur soms wat ontoegankelijk is.

Om de beschrijving van filtermethoden wat te vereenvoudigen zal eerst enig filterjargon verklaard worden. In de literatuur wordt er onderscheid gemaakt tussen kinematische en dynamische gegevensverwerking. Bij kinematische gegevensverwerking wordt de dynamica (of beter het proces dat aan de tijdsafhankelijkheid van de parameters ten grondslag ligt) wel gemodelleerd, maar worden de krachten die aan de dynamica ten grondslag liggen niet expliciet in het model opgenomen. Bij de dynamische gegevensverwerking in de strikte zin van het woord, gebeurt dit wel. De term dynamisch is echter algemeen ingeburgerd en wordt voor beide methoden gebruikt. In de dynamische gegevensverwerking worden de onbekenden de *toestand* (state) genoemd. De toestand moet zodanig gekozen worden dat deze een volledige beschrijving geeft van het te modelleren systeem. De toestand omvat bij navigatietoepassingen doorgaans positie, snelheid en instrumentele parameters. In de literatuur omvat het begrip filteren een drietal processen:

- voorspelling (prediction). Het schatten (voorspellen) van de toestand van het systeem op een toekomstig tijdstip. Voorspelling is gebaseerd op het dynamisch model.
- vereffening (filtering). Het schatten van de toestand gebruikmakend van alle tot op dat moment beschikbare waarnemingen.
- effening (smoothing). Het schatten van de toestand op een tijdstip in het verleden. Men maakt bij smoothing gebruik van waarnemingen die voor, op en na het tijdstip waarop de toestand bepaald wordt, gedaan zijn.

De precisie van de schatting van de toestand is vanzelfsprekend afhankelijk van het aantal gebruikte waarnemingen; derhalve levert smoothing de meest precieze resultaten (zij het met enige vertraging omdat waarnemingen in de toekomst worden gebruikt). Voor real-time toepassingen zijn alleen filtermethoden geschikt.

In de praktijk zijn verschillende filtermethoden beschikbaar. Het Kalman filter is een specifiek algoritme dat op basis van de toestandsbeschrijving van een systeem is gedefinieerd. Omdat andere filtermethoden in het tijddomein vaak als een speciale vorm van het Kalman filter afgeleid kunnen worden, noemt men deze filters dikwijls ook Kalman filters. Het Kalman filter is zo bekend geworden omdat het een *rekursief* algoritme is. Dat wil zeggen dat, om de toestand op een bepaald tijdstip te schatten, alleen de vorige schatting van de toestand en de huidige waarneming nodig zijn. Dit maakt het Kalman filter rekentechnisch zeer geschikt voor real-time problemen; de oplossing is zodanig geformuleerd dat op een bepaald tijdstip met een minimum aan bewerkingen kan worden volstaan.

Filteren en kleinste kwadraten vereffening

Het Kalman filter is - simpel gesteld - op te vatten als een sequentiële vereffening aangevuld met een modellering van de tijdsafhankelijkheid van de onbekenden. Het verband tussen het Kalman filter en de kleinste kwadraten vereffening zal kort worden beschreven. Het model met waarnemingsvergelijkingen (tweede standaardvraagstuk) dat ten grondslag ligt aan een kleinste kwadraten vereffening luidt:

$$E\{\underline{Y}\} = Ax \;\; ; \;\; D\{\underline{Y}\} = Q_y \, ,$$

waar $\underline{Y}$ de vektor van waarnemingsgrootheden met variantiematrix Q_y is; x de vektor van onbekenden en A de designmatrix. Indien we nu metingen op verschillende tijdstippen $t_k, t_{k+1}, \ldots$ verrichten en bovendien aannemen dat de onbekenden tijdsafhankelijk zijn, dan kunnen we voor elk tijdstip een zogenaamd *waarnemingsmodel* opstellen:

tijdstip k $\qquad E\{\underline{Y}_k\} = A_k x_k \;\; ; \qquad D\{\underline{Y}_k\} = Q_{y(k)}$

tijdstip k+1 $\qquad E\{\underline{Y}_{k+1}\} = A_{k+1} x_{k+1} \; ; D\{\underline{Y}_{k+1}\} = Q_{y(k+1)}$ $\qquad$ etcetera.

In de filtertheorie wordt de stochasticiteit van de waarnemingen (gemodelleerd door middel van de variantiematrix Q_y) waarnemingsruis (measurement noise) genoemd. Indien de vektor van onbekenden een konstante vektor is ($x = x_k = x_{k+1}$ etcetera), dan reduceert het vereffeningsprobleem van de schatting van x tot een sequentiële vereffening. Bij het filteren hebben we echter bovendien de beschikking over een model dat de voortplanting van de toestand in de tijd beschrijft. Dit is het zogenaamde *dynamisch model*:

$$x_{k+1} = \Phi_{k+1,k}x_k + E\{\underline{d}_k\}.$$

Het dynamisch model is vaak direkt af te leiden uit de fysische wetten die aan de dynamica van het systeem ten grondslag liggen. De matrix $\Phi_{k+1,k}$ wordt de transitiematrix genoemd en beschrijft het verband tussen toestanden op opeenvolgende tijdstippen.
De term $E\{\underline{d}_k\}$ modelleert de onzekerheid (of stochastische verstoringen) in het dynamisch model (bijvoorbeeld veroorzaakt door golven bij een schip). De bijdrage $E\{\underline{d}_k\}$ wordt *systeemruis* (system noise) genoemd en heeft variantie-matrix Q_d. Naast het waarnemingsmodel en het dynamisch model moeten nog *beginvoorwaarden* voor de toestand worden geformuleerd. Deze hebben de vorm:

$$E\{\underline{x}_0\} = x_0 \quad ; \quad D\{\underline{x}_0\} = Q_{x(0)}.$$

Indien nu het waarnemingsmodel en het dynamisch model als één stelsel waarnemingsvergelijkingen worden geschreven, leidt toepassing van het kleinste kwadraten algoritme voor het model met waarnemingsvergelijkingen tot het Kalman filter.
De werking van het Kalman filter zal kort worden weergegeven. Uitgaande van de beginvoorwaarden wordt, indien op dat moment geen waarnemingen beschikbaar zijn, het dynamisch model gebruikt om een schatting van de toestand op een volgend tijdstip te verkrijgen. Dit is niets anders dan een voorspelling (of prediktie) en wordt meestal aangeduid als een 'time-update'. Men kan de voorspelling echter niet straffeloos blijven voortzetten. Bij elke stap moet men immers de bijdrage van de systeemruis in rekening brengen; de precisie van schatting van de toestand wordt dus steeds slechter. In de praktijk zal de voortplanting van de toestand in de tijd in kleine stapjes worden gedaan. Bij elke stap wordt dan gekeken of er inmiddels een of meer waarnemingen beschikbaar zijn. Indien dit het geval is, voert men, uitgaande van het waarnemingsmodel en de voorspelde toestand, een vereffening uit, de zogenaamde 'measurement update'. Dit is de eigenlijke filterstap. De measurement update heeft de volgende karakteristieke gedaante:

$$\hat{x}_{k|k} = \hat{x}_{k|k-1} + K_k(y_k - A_k\hat{x}_{k|k-1}).$$

De grootheden $\hat{x}_{k|k}$ en $\hat{x}_{k|k-1}$ zijn respektievelijk de gefilterde toestand (schatting op tijdstip k gebruik makend van alle waarnemingen op dat tijdstip) en de voorspelde toestand (schatting op tijdstip k gebruik makend van alle informatie tot op het tijdstip k-1). Uit de bovenstaande formule blijkt duidelijk de rekursiviteit van het filter; de schatting van de gefilterde toestand is slechts een funktie van de voorspelde toestand ($\hat{x}_{k|k-1}$) en de waarneming op dat

tijdstip (y_k). De matrix K_k is de versterkingsmatrix (gain matrix).
In het Kalman filter neemt de grootheid ($y_k-A_k\hat{x}_{k|k-1}$) een centrale plaats in en wordt het voorspelde residu (predicted residual of innovation) genoemd. Het voorspelde residu is het verschil van de waarneming en de voorspelde waarneming en bevat derhalve de nieuwe informatie in de laatste waarneming. Deze informatie wordt gewogen met de versterkingsmatrix die (indirekt) een funktie is van de systeemruis (Q_d) en de waarnemingsruis (Q_y). Als de systeemruis veel groter is dan de waarnemingsruis zal men er vanzelfsprekend naar streven de innovaties in de measurement update zwaar te laten meewegen; men heeft dan immers weinig vertrouwen in de prediktie. In het omgekeerde geval heeft men juist weinig vertrouwen in de nieuwe informatie. De versterkingsmatrix benadert dan een nul-matrix en de gefilterde toestand wijkt nauwelijks af van de voorspelde toestand.

Onderzoek

In het onderzoek bij de werkeenheid Mathematische Geodesie is voor het eerst konsekwent een kleinste kwadraten opzet van de Kalman filtertheorie gevolgd. Dit maakt de toepassing van de Delftse precisie, toetsings- en betrouwbaarheidstheorie in de dynamische gegevensverwerking mogelijk. Aangezien filters bijna uitsluitend voor real-time toepassingen worden gebruikt, is de real-time detektie van fouten of blunders in de waarnemingen van het grootste belang. Een verschil met de 'klassieke' vereffeningsmethoden is dat direkt aktie moet worden ondernomen. De dynamica van het meetsysteem maakt overmeten bovendien onmogelijk. Dat laatste is niet zo erg; er zijn immers op gezette tijden weer nieuwe waarnemingen beschikbaar en men kan met behulp van het dynamisch model waarnemingsloze periodes overbruggen. Afwijkingen van het nominale model (de nulhypothese) kunnen worden gedetekteerd met behulp van toetsen. Mogelijke afwijkingen worden geformuleerd als zogenaamde alternatieve hypothesen. Filtermethoden vereisen bijzondere toetsingsstrategieën. Voor een goede betrouwbaarheidsbeschrijving moet men namelijk, behalve de gebruikelijke alternatieve hypothesen (een fout in een enkele waarneming), ook alternatieve hypothesen opstellen voor afwijkingen in het dynamisch model of zelfs het volledige falen van (een deel van) een meetsysteem. Vaak hebben deze hypothesen betrekking op meerdere tijdstippen. Gebaseerd op de kleinste kwadraten opzet is er inmiddels een nieuwe, opzienbarende toetsingsprocedure voor het filteren ontwikkeld. Het bijzondere is dat de procedure geheel *rekursief* is en dus relatief eenvoudig in het rekursieve Kalman filter kan worden ingepast. De procedure bestaat uit drie onderdelen. Allereerst wordt er in de *detektie*fase gekeken of het model geformuleerd onder de nulhypothese voldoet. Is dit niet het geval dan wordt

vervolgens in de *identifikatie*fase gezocht naar de oorzaak van het verwerpen van de nulhypothese. De formulering van de alternatieve hypothese omvat zowel het type fout, als het begintijdstip van de fout. Tenslotte moet - indien een bepaalde alternatieve hypothese wordt aanvaard - het filtermodel worden *aangepast*. Dit kan bijvoorbeeld door een extra parameter aan het model toe te voegen en de invloed van de fout op de toestand met behulp van de voortplantingswet in rekening te brengen.

Net als bij netwerken kan al in de *ontwerp*fase de betrouwbaarheid van een bepaalde filteropzet worden geanalyseerd, hoewel hiervoor vooralsnog geen standaard recepten kunnen worden gegeven. In tegenstelling tot netwerken heeft men in de dynamische gegevensverwerking immers vaak de beschikking over zeer verschillende meetsystemen, die bovendien niet altijd gelijktijdig beschikbaar zijn. Bij filters is de betrouwbaarheid plaatsafhankelijk en tijdsafhankelijk.

Een belangrijk probleem bij het ontwerp van een filter is het opstellen van het kansmodel. Het opstellen van de variantiematrices (Q_d en Q_y) en de onderlinge afstemming van de waarnemings- en systeemruis vereisen gedetailleerde kennis van het dynamisch en waarnemingsmodel. Een juiste afstemming is van het grootste belang, aangezien de verhouding van waarnemings- en systeemruis in hoge mate de werking van het filter en de daaraan gerelateerde toetsingsmethoden beïnvloedt. Deze afstemming wordt 'filter tuning' genoemd. Bovendien kan het kansmodel zelf tijdsafhankelijk zijn.
De kleinste kwadratenformulering van het filterprobleem maakt het echter mogelijk kansmodelschatting toe te passen. Met deze techniek worden delen (komponenten) van het kansmodel geschat. Men spreekt bij filteren van *adaptieve* technieken. Het filter past zich aan zijn omgeving aan. Voor toepassingen op zee kan men zich bijvoorbeeld voorstellen dat de systeemruis (als funktie van ondermeer de invloed van wind en golven) sterk afhankelijk is van het weerstype. Met adaptieve technieken is het dan mogelijk het niveau van de systeemruis aan de nieuwe (weers-)omstandigheden aan te passen. Adaptieve methoden voor het schatten van (elementen van) het kansmodel zijn voornamelijk op de innovaties gebaseerd. Indien het kansmodel niet overeenstemt met de werkelijkheid zal dit immers in de innovaties (als nieuwe informatie) zichtbaar zijn. Ook blunders in de waarnemingen zullen echter de innovaties beïnvloeden. Daarom vergt de onderlinge afstemming van toetsingsmethoden en adaptieve technieken nog veel onderzoek. Een fout kansmodel beïnvloedt in hoge mate de toetsing, en blunders die na toetsing niet gevonden worden, beïnvloeden op hun beurt de kansmodelschatting. Daarom wordt op het moment onderzoek gedaan naar de toepassing van adaptieve methoden in de dynamische gegevensverwerking in samenhang met de afstemming op toet-

singsmethoden.

Toekomst

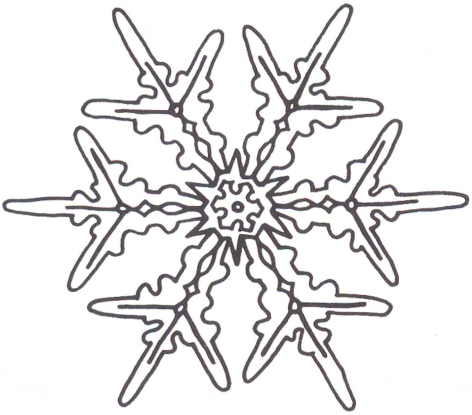
Het verband tussen kleinste kwadraten vereffening en (Kalman) filters maakt een permanente bijdrage aan de dynamische gegevensverwerking door geodeten mogelijk. In deze bijdrage heb ik mij beperkt tot de vereffeningstechnische aspekten van de dynamische gegevensverwerking. Het is duidelijk geworden dat op het gebied van de gegevensverwerkingstechnieken de geodeet een belangrijke bijdrage kan leveren. De bijdrage van de geodeet beperkt zich echter niet tot de gegevensverwerking pur sang. Gezien zijn kennis op het gebied van meetsystemen kan de geodeet ook in belangrijke mate bijdragen aan het ontwerp van geïntegreerde navigatiesystemen. Men hoeft alleen al te denken aan de enorme kennis die op het gebied van GPS binnen de geodesie aanwezig is. Bovendien zijn er tal van geodeten die in de praktijk al met dynamische gegevensverwerking van doen hebben. Tegenwoordig worden geïntegreerde navigatiesystemen voornamelijk op zee gebruikt. Op land heeft men al enige ervaring met traagheidsnavigatiesystemen. In de toekomst zullen de toepassingen op land echter steeds belangrijker worden.
In de dynamische gegevensverwerking zal de geodeet onherroepelijk in kontakt komen met specialisten uit andere vakgebieden. Navigatiesystemen worden veelal ontwikkeld door elektrotechnici; voor veel toepassingen in de navigatie krijgt men in de toekomst te maken met elektronische kaarten waarvoor database technieken een belangrijke rol spelen.
Doel van de (mathematisch) geodeet moet, mijns inziens, zijn het gebruik van geavanceerde en verantwoorde gegevensverwerkingstechnieken in de dynamische gegevensverwerking te propageren en deze technieken ook daadwerkelijk te implementeren. In het belangrijke toepassingsgebied van de navigatie zal deze implementatie resulteren in zogenaamde 'black box' systemen; voor de gebruiker (bijvoorbeeld de automobilist bij autonavigatie) zal de eigenlijke gegevensverwerking onzichtbaar blijven. Dit stelt echter ook zeer hoge eisen aan de vereffeningstechniek. Fouten moeten niet alleen worden gedetekteerd, maar ook automatisch worden gekorrigeerd, een aspekt dat in de geodesie nog niet erg veel aandacht heeft gekregen. Kortom, er is nog genoeg werk te doen.

SYMMETRIE

Ir. H.M.E. Verhoef

Symmetrische vormen prefereren we over het algemeen boven asymmetrische (zie onder andere [2]). We ervaren ze als rustig, evenwichtig en harmonieus, wat overigens de oorspronkelijke betekenis van het Griekse woord 'συμμετρια' is. We zien deze voorkeur dan ook sterk gereflecteerd in bijvoorbeeld onze woonomgeving.

Asymmetrische vormen daarentegen zien we als 'afwijkend' en daardoor opvallend. Het zijn met name de architecten en beeldende kunstenaars geweest, die gebruik wisten te maken van (de afwezigheid van) symmetrie.



Figuur 1: Structuur van een sneeuwkristal.

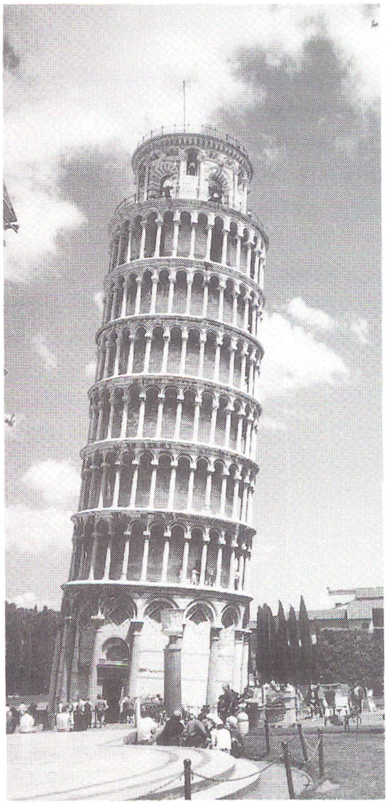
Voorbeelden van symmetrische gebouwen, beelden en vloeren wanddecoraties gaan zelfs terug tot enkele duizenden jaren voor Christus. Het streven naar symmetrie, wat we bovendien associëren met perfectie, zien we door de eeuwen heen het sterkst terug komen in de verschillende 'godshuizen', zoals de Griekse en Egyptische tempels en de Romeinse en Gotische kathedralen.

Ook in de natuur zijn veel zaken symmetrisch, zoals de bladeren van planten en bomen en het menselijk lichaam, waarvan met name de ledematen een sterk symmetrisch gedrag vertonen. De vorm van het menselijk lichaam is dan ook al eeuwen lang onderwerp van studie. We zien dit bijvoorbeeld terug in het werk van beroemde kunstenaars als Leonardo da Vinci en Albert Dürer. Wellicht de meest perfecte voorbeelden van symmetrische structuren in de natuur worden echter gevormd door sneeuwkristallen (zie figuur 1).

De Euclidische geometrie, met het later door Descartes geïntroduceerde coördinaatsysteem, vormde de basis voor de morfologie (vormleer) en daarmee het handvat voor een wiskundige beschrijving van het begrip symmetrie. In de meetkunde wordt symmetrie met behulp van de zogenaamde groepentheorie beschreven. Een symmetrie is daarbij gedefinieerd als een groep, die door een 1-op-1 relatie op zichzelf kan worden geprojecteerd met behoud van bepaalde eigenschappen (zie onder andere [4] en [10]). In de groepentheorie kan onderscheid gemaakt worden tussen twee vormen van symmetrie:

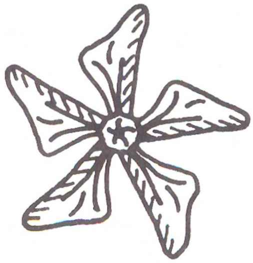
1. Rotatie-symmetrie.
2. Reflectie-symmetrie.

Een voorwerp is rotatie-symmetrisch wanneer het voorwerp door een rotatie van $2\pi/N$, N is een geheel getal, weer op zichzelf wordt afgebeeld. Het getal N geeft hierbij de orde van de symmetrie aan. De in figuur 2 weergegeven Toren van Pisa vormt een mooi voorbeeld van een rotatiesymmetrisch gebouw, waarin symmetrieën van verschillende orde zijn verwerkt.



Figuur 2: Toren van Pisa

De tweede groep wordt gevormd door voorwerpen die, naast een rotatie-symmetrie, ook een reflectie bezitten. De in figuur 1 weergegeven sneeuwkristallen vormen een illustratie van de hier bedoelde groep. Dat reflectie- en rotatie-symmetrie niet altijd samen gaan zien we in figuur 3. De bladeren van de hier weergegeven bloem zijn wel rotatie-symmetrisch maar niet reflectie-symmetrisch.



Figuur 3: Rotatie-symmetrie

De voor ons van belang zijnde vorm van reflectieve symmetrie, zonder rotatie, wordt in de meetkunde als bilaterale symmetrie omschreven. Het menselijk lichaam is een voorbeeld van dergelijke bilaterale symmetrie. De studie hiervan (en wel in het bijzonder van het menselijk gezicht) vormde de aanleiding voor het aan dit artikel ten grondslag liggende onderzoek (zie hiervoor [8] en [9]).

Symmetrie-model

Zoals uit de literatuur blijkt, kan symmetrie op verschillende manieren gedefinieerd worden. Hier zullen we nader ingaan op de bilaterale symmetrie, waarbij we ons voor de eenvoud beperken tot het twee-dimensionale geval. We gaan daarbij uit van de volgende definitie:

> *Een twee-dimensionaal voorwerp noemen we symmetrisch, wanneer een helft van het voorwerp verkregen kan worden door de andere helft te spiegelen in een lijn. Deze lijn noemen we de symmetrie-lijn.*

Om het gekozen voorwerp op symmetrie-eigenschappen te kunnen bestuderen, dient het door een aantal karakteristieke punten te worden gerepresenteerd. Deze karakteristieke punten vallen in twee groepen uiteen, te weten:

a. punten die zich paarsgewijs symmetrisch ten opzichte van de symmetrie-lijn bevinden (type a-punten),
b. punten die zich op de symmetrie-lijn bevinden (type b-punten).

Om te kunnen komen tot een wiskundige beschrijving van symmetrie dienen we de punten in coördinaten vast te leggen. De coördinaten kunnen ten

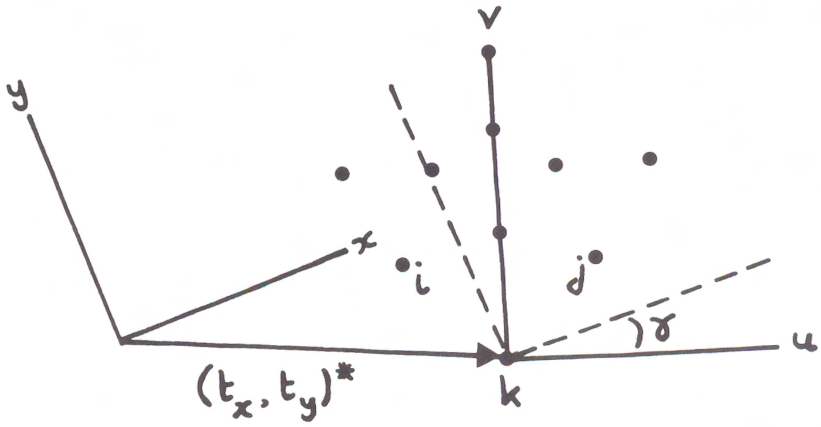
opzichte van elk willekeurig twee-dimensionaal Cartesiaans stelsel gegeven zijn. We noemen dit stelsel het x-,y-stelsel. Het willekeurige stelsel zal over het algemeen niet gelijk zijn aan het zogenaamde symmetrie-stelsel, dat gedefinieerd wordt door de symmetrie-lijn (v-as) en een as daar loodrecht op (u-as). Dit laatste stelsel hebben we nodig om de symmetrievoorwaarden te kunnen definiëren. Tussen beide stelsels is een gelijkvormigheidstransformatie geldig (zie figuur 4).

Onder de aanname, dat het te bestuderen voorwerp symmetrisch is, dienen de punten in beide groepen aan de volgende symmetrie-voorwaarden te voldoen:
Type a-punten *i* en *j*:
i. De u-coördinaten zijn gelijk op het teken na; $u_i = -u_j$

ii. De v-coördinaten zijn aan elkaar gelijk; $v_i = v_j$

Type b-punten *k*:
i. De u-coördinaat is gelijk aan nul; $u_k = 0$

De v-coördinaten van de type b-punten mogen elke willekeurige waarde hebben, ze leveren geen bijdrage aan de symmetrievoorwaarden. Met behulp van figuur 4 zijn deze voorwaarden eenvoudig te begrijpen.



Figuur 4: Symmetrische figuur ten opzichte van het willekeurige stelsel (x,y) en het symmetrie-stelsel (u,v)

We zien dus, dat elk symmetrisch paar twee voorwaarden oplevert en elk punt dat zich op de symmetrie-lijn bevindt een. Uitgaande van p punten van het

type a en q punten van het type b, hebben we dus met b=2p+q symmetrievoorwaarden te maken. Daar we er vanuit gaan, dat we de positie van het symmetrie-stelsel ten opzichte van het willekeurige stelsel niet kennen, hebben we de symmetrievoorwaarden nodig om het model onder de nulhypothese te kunnen beschrijven. Dit model bestaat dan ook uit twee delen, te weten:

a. een gelijkvormigheidstransformatie tussen het willekeurige x-,y-stelsel en het u-,v-stelsel,
b. de symmetrievoorwaarden die alleen in het symmetriestelsel geldig zijn.

Wiskundig gezien, kan het model als volgt worden weergegeven:

$$\begin{aligned} &\text{a. } E\{\underline{y}\} = R\,x + t \;;\; D\{\underline{y}\} = Q_y \\ &\text{b. } B^{*}\,x = 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Met: E{.} = verwachting
y = mx1-vector van waarnemingsgrootheden (coördinaten in het x-,y-stelsel)
R = mxm-rotatiematrix, met op de hoofddiagonaal per punt het 2x2-blok $\begin{matrix} c\gamma & s\gamma \\ -s\gamma & c\gamma \end{matrix}$
x = mx1-vector van onbekende coördinaten in het u-,v- stelsel
t = mx1-translatievector, met per punt de elementen $(t_x, t_y)^*$
D{.} = dispersie
B^* = bxm-matrix met symmetrievoorwaarden
Q_y = mxm-variantiematrix

Merk op, dat het aantal onbekende parameters in (1) gelijk is aan het aantal onbekende coördinaten in het u-,v-stelsel èn het aantal onbekende transformatie-parameters. We zien hier dus duidelijk, dat het probleem zonder de symmetrievoorwaarden onbepaald is. Bovendien zien we, dat de schaalfactor in (1) buiten beschouwing gelaten is. Dit kunnen we begrijpen, wanneer we ons realiseren, dat een voorwerp met willekeurig welke schaalfactor kan worden opgeblazen, zonder dat het zijn symmetrie-eigenschappen verliest. Introductie van de schaalfactor zou hier dus tot een extra singulariteit in het model leiden.

Model (1) heeft de vorm van een model met waarnemingsvergelijkingen met condities op de onbekenden. Door de condities te herparametriseren volgens $x=B^{\perp}\lambda$, waarbij aan de voorwaarde $B^{*}B^{-1}=0$ moet zijn voldaan, krijgt (1) de vorm van een model met alleen waarnemingsvergelijkingen:

$$E\{\underline{y}\} = R\,B^{\perp}\,\lambda + t \;;\; D\{\underline{y}\} = Q_y \tag{2}$$

Wanneer we (2) uitwerken (zie hiervoor [6] en [9]), blijkt er toch een rangdefect op te treden. De translatie in de y-richting blijkt lineair afhankelijk te zijn van de translatie in de x-richting en heeft een constant verschil in alle v-coördinaten. Het aantal transformatieparameters, dat we hier in onze beschouwing moeten betrekken reduceert aldus tot twee, de rotatie γ en de translatie t_x.

In het twee-dimensionale geval hebben we dus minimaal twee symmetrievoorwaarden nodig om de onbekende coördinaten in het symmetrie-stelsel te kunnen bepalen. Pas bij meer voorwaarden is er sprake van een vereffening. In [9] wordt nader ingegaan op de noodzakelijke en voldoende voorwaarden waaraan moet worden voldaan om te kunnen vereffenen en toetsen. Het aantal onbekenden in (2) is dus gereduceerd tot $n=2p+q+2$, twee coördinaat-onbekenden per symmetrisch paar, een coördinaatonbekende per punt op de symmetrielijn en tenslotte nog twee transformatieparameters.

Symmetrie-toetsen

Geheel analoog aan de strategie die we volgen bij de vereffening en toetsing van geodetische netwerken, zal het model onder de nulhypothese eerst aan een globale toets worden onderworpen. We modelleren hiertoe de ruimst mogelijke alternatieve hypothese als een (lineaire) uitbreiding $C\nabla$. De hieruit te bepalen globale toetsgrootheid heeft de volgende vorm (zie tevens [7]):

$$\underline{T} = \underline{e}^* Q^{-1}_{(y)} \underline{e} / (m-n) \quad \sim \quad F(m-n,\infty) \qquad (3)$$

Aanvaarding van de globale toets impliceert aanvaarding van de hypothese: "Het bestudeerde voorwerp is symmetrisch".

Wanneer de globale toets tot verwerping leidt, kunnen we diverse alternatieve hypothesen specificeren, die de mogelijke oorzaak van verwerping aangeven. Deze hypothesen kunnen worden onderverdeeld in:

1. Asymmetrie van een enkele coördinaat.
2. Asymmetrie van een bepaald punt.
3. Asymmetrie van een aan elkaar gerelateerde groep punten.
4. 'Gelijkvormige' asymmetrie van de ene helft van het object ten opzichte van de andere helft.

Bij de toets per coördinaat zijn we eigenlijk onze waarnemingen aan het toetsen, zoals we dat gewend zijn in de data-snooping. Een toets per punt komen we bij geodetische netwerken vooral tegen wanneer we met coördinaattransformaties tussen verschillende referentie-systemen en aansluiting te

maken hebben.

De beide andere vormen van toetsing zijn meer specifiek voor het symmetriemodel. Bij asymmetrie van een aan elkaar gerelateerde groep van punten kunnen we bijvoorbeeld denken aan een scheve neus in een voor de rest symmetrisch gezicht. Tot slot kunnen we te maken hebben met een asymmetrie, die beide helften van het object betreft, de 'gelijkvormige asymmetrie'. In dat geval zijn beide helften van het object wèl gelijkvormig, maar is toch niet aan de eisen van symmetrie voldaan, bijvoorbeeld:

a. de ene helft van het object is in x- of y-richting verschoven ten opzichte van de andere helft,
b. de ene helft van het object is verschaald ten opzichte van de andere helft.

De hierboven beschreven vormen van alternatieve hypothesen kunnen niet altijd geschreven worden als een lineaire uitbreiding van het model onder de nulhypothese. In de gevallen waarin dit niet mogelijk is, kan in principe geen gebruik gemaakt worden van de gebruikelijke toetsingsmethode zoals beschreven in [7]. In [9] wordt nader ingegaan op de te volgen toetsingsprocedure in dit 'afwijkende' geval. Uit deze toetsingsprocedure zal dan de meest waarschijnlijke alternatieve hypothese gekozen moeten worden.

Symmetrie van het Snelliuslogo

Ter illustratie van het hiervoor beschreven model zullen we het logo van het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius" gebruiken.

Figuur 5: Karakteristieke punten van het Snelliuslogo

De karakteristieke punten die het logo beschrijven, voor de eenvoud hebben we ons beperkt tot slechts 19 punten, zijn weergegeven in figuur 5. De punten 21, 22 en 23 vormen de type b-punten, alle overige punten behoren tot het type a, waarbij de paren gevormd worden door: 1 en 11, 2 en 12, etcetera.

Het Snelliuslogo is met behulp van een 'Ushikata x-plan 360i' digitizer in x- en y-coördinaten vastgelegd (zie tabel 1).

nr	x(cm)	y(cm)	nr	x(cm)	y(cm)
1	5.4174	11.6588	11	11.5519	11.6217
2	5.4890	10.0510	12	11.4885	10.0234
3	4.6964	8.8483	13	12.3315	8.8109
4	5.5493	7.5925	14	11.4820	7.5897
5	5.7810	11.3319	15	11.1863	11.3005
6	6.4749	9.7037	16	10.5189	9.6728
7	7.1883	8.0436	17	9.8606	8.0310
8	7.9380	6.3939	18	9.1734	6.4009
21	8.4844	11.9114	23	8.5484	4.3010
22	8.5406	5.8919			

Tabel 1: Coördinaten in het x- y-stelsel

We hebben er hierbij voor gezorgd, dat de assen van het x-,y- stelsel en die van het u-,v-stelsel nagenoeg parallel liepen, zodat we tijdens het lineariseren van (2) konden aannemen, dat de hoek γ benaderd gelijk was aan nul. Als benaderde waarde voor de translatie in de x-richting nemen we de x-coördinaat van punt 23. Bovendien zijn alle punten in de y-richting getransleerd over de y-coördinaat van punt 23.

Als variantiematrix is een geschaalde eenheidsmatrix gebruikt, waarbij de variantiefactor σ^2 =0.0067 cm^2 ontleend werd aan de gegevens van de fabrikant met betrekking tot de precisie van de digitizer. De hiermee bepaalde kleinste-kwadraten correcties werden vervolgens aan de globale symmetrietoets onderworpen. Zoals in Delft gebruikelijk, werd tevens een op de b-methode van toetsen gebaseerde kwaliteitsanalyse uitgevoerd.

algemeen	globaal	1-dimensionaal	berekend
m = 38 n = 21 γo= 0.80 λo=17.0749	α =0.0864 Fα=1.4933	α =0.0010 Nα=3.2906	T =1.3517 *AANVAARD*

Tabel 2: Toetsgegevens onder H0

Het zou te ver voeren om hier de vereffening, toetsing en kwaliteitsanalyse uitgebreid te bespreken. We beperken ons daarom tot de belangrijkste resultaten. De globale symmetrie-toets leidde, zoals we in tabel 2 kunnen zien, tot aanvaarding en daarmee accepteren we de nulhypothese: "Het Snelliuslogo is (binnen de meetnauwkeurigheid) symmetrisch".

Daar het hiervoor gevonden resultaat te verwachten was, hebben we de in figuur 6 weergegeven situatie eveneens opgemeten.

De vervolgens uitgevoerde vereffening en toetsing leidde tot royale verwerping van de nulhypothese (T=33.7359 bij een kritieke waarde van 1.4933). Uit de eveneens getoetste conventionele alternatieve hypotheses viel echter niet op te maken wat de mogelijke oorzaak van verwerping is geweest. We zullen dus een aantal, realistische, alternatieve hypotheses moeten definiëren en hieruit de meest waarschijnlijke hypothese kiezen.

Figuur 6: Vervormd Snelliuslogo.

Voor het hier beschreven voorbeeld zijn vijf verschillende (1-dimensionale) alternatieve hypotheses aan toetsing onderworpen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 3.

hypothese	w-waarde
Ha1: ptn. 11 t/m 18 zijn in u-richting verschoven	0.9644
Ha2: ptn. 14 t/m 18 zijn in v-richting verschoven	5.5134
Ha3: ptn. 11 t/m 18 zijn in v-richting verschoven	7.4252
Ha4: ptn. 11 t/m 18 zijn over de hoek τ geroteerd	4.4768
Ha5: ptn. 11 t/m 18 zijn verschaald t.o.v. 1-8	6.0873

Tabel 3: Verschillende alternatieve hypotheses

De kritieke waarde van de w-toets is gelijk aan 3.2906 (zie tabel 2). Als meest waarschijnlijke alternatieve hypothese accept ren we Ha3, die de grootste w-waarde heeft. We corrigeren vervolgens het model onder H0 door een transla-

tie in de v-richting voor de betreffende punten te modelleren. Hervereffening onder de nieuwe aannames leidt dan inderdaad tot aanvaarding van de globale toets; T=1.3644 bij een kritieke waarde van 1.5294.

Literatuur

[1] Daalen, D.T. van & Teunissen P.J.G.(1983): Voortgezette Vereffeningstheorie, collegedictaat, TU-Delft.

[2] Eades, P. & Lee, A.J. (1986): Perception of Symmetry, Technical Report No. 67, Department of Computer Science, University of Queensland.

[3] Eades, P. (1988): Symmetry Finding Algorithms, In: Computational Morphology, G.T. Toussaint (ed.), North-Holland, pp. 41-51.

[4] Lord, E.A. & Wilson, C.B. (1986): The mathematical description of shapeand form, Ellis Horwood Limited.

[5] Teunissen, P.J.G., Heus, H.M. de & Salzmann, M.A. (1987): Over het aansluiten van puntenvelden, een serie artikelen in NGT-Geodesia, nrs. 5-11.

[6] Teunissen, P.J.G. (1989): Inleiding Vereffeningstheorie, collegedictaat, Geodetic Computing Centre, TU-Delft.

[7] Teunissen, P.J.G. (1989):inleiding Toetsingstheorie, collegedictaat, Geodetic Computing Centre, TU-Delft.

[8] Verhoef, H.M.E. (1987): The use of Short-Range Stereophotogrammetry for facial A-Symmetry and Growth Studies: Analysis and Model, afstudeerscriptie, TU-Delft.

[9] Verhoef, H.M.E. (1990): Symmetry Evaluation of a Solid Body: Characteristics of the Mathematical Model, in press, Geodetic Computing Centre, TU-Delft.

[10] Weyl, H. (1952): Symmetry, Princeton University Press.

" Begeer niet alles te weten, opdat gij
niet in alles onwetend blijft. "

Democritus

FRANK, de voorloper van CASSPAR

Ir. T.J. Poelstra

Inleiding

Tja, beste lezer, U zult zich wel afvragen: wie zijn dat, FRANK en CASSPAR? Wat doen zij ? Hoe moet ik ze plaatsen, zijn ze familie van elkaar, hoe oud zijn ze, enzovoort, enzovoort.
Graag voldoe ik aan het verzoek van de Lustrumboekcommissie een bijdrage te leveren aan het lustrumboek 1985-1990. Dit geeft mij de kans U, als lezer van dit boek, een blik te gunnen op het groeiproces van deze wijzen uit het Westen. Want dat zijn het: nieuwe (meet)wijzen uit Delft.

De geboorte van FRANK verliep moeizaam en dateert al van het begin der 80-er jaren, toen nog onder de hoede van de Stichting Studiecentrum voor Vastgoedinformatie (SSVI), die als de moeder van deze telg beschouwd kan worden. Ik moet er dan in één adem bij vertellen dat ik Prof.dr.ir. M.J.M. Bogaerts als de vader beschouw, in ieder geval als de geestelijke vader. Later heb ik zelf CASSPAR verwekt, echter bij een andere moeder, uit Brabant. Maar hierover aanstonds meer.

De groei van FRANK vond onregelmatig, schoksgewijs plaats. Oorzaak: armoede, vooral van de moeder. FRANK was lange tijd ondervoed. Netjes gezegd: SSVI kende onvoldoende structuur in de financiering. Sinds begin 1987 vlot de groei van FRANKje echter voorspoedig en wordt er continu aan het FRANK systeem gewerkt, inmiddels door een R&D groep van circa 10 personen, waaronder ook student-assistenten. Deze groep wordt gefinancierd door Geeris Holding Nederland BV te Vught, eigenaar van een aantal drukkerijen en uitgeve-

rijen in Nederland en België. U begrijpt het al: dit is de moeder van CASSPAR, en inmiddels ook van FRANK dus. Ze wonen nu tijdelijk in Delft.

Bij de opvoeding van deze twee wordt namelijk nauw samengewerkt met de Faculteit der Geodesie waar het team ook is gehuisvest. De samenwerking verloopt via contract-research en wel zodanig dat de output van de FRANK R&D groep ook als output van de Faculteit geldt. Participatie van studenten en in een later stadium ook van AIO's wordt zeer bewust nagestreefd.

In het volgende zal ik nader ingaan op de achtergronden, de kenmerken van het CASSPAR concept respectievelijk het FRANK systeem en de te volgen meetwijze, het daaraan gekoppelde onderzoek en de in voorbereiding zijnde experimenten met belangrijke partners in de beroepspraktijk.

Achtergrond aspecten

Het kan ook u, geachte lezer, niet zijn ontgaan dat in de laatste jaren een duidelijke toename is te bespeuren naar de behoefte aan vastgoedinformatie in stedelijke gebieden. Deze informatie is nodig voor de volkshuisvesting, het bouwbeleid, stadsvernieuwingsprojecten, kaartvervaardiging van ondergrondse objecten zoals kabels en leidingen, gemeentelijke onroerend-goed belasting, ruimtelijk beheer (wegbeheer, groenbeheer), aanleg van grote civieltechnische werken (wegen, metro), enzovoort. Op deze toenemende vraag wordt ingespeeld door toenemende automatisering, waardoor betere gegevensbanken kunnen worden opgebouwd en de informatie zeer snel kan worden verstrekt.
Een belangrijk element van de vastgoedinformatie is de topografische informatie, dat wil zeggen de (grafische) beschrijving van het terrein met alle natuurlijke en kunstmatige objecten die hierin voorkomen.

Het verzamelen van die gedetailleerde topografische gegevens door de landmeter en zijn medewerkers geschiedt al heel lang volgens in essentie dezelfde methoden; daarbij moet op ieder punt dat op een kaart wordt afgebeeld de landmeter of een meetassistent hebben gestaan, met een baak, een prisma, een reflector, of met een opname instrument. Bovendien moeten de opname standplaatsen van het meetinstrumentarium vooraf in coördinaten bekend zijn. Dat betekent dat na de nodige voorbereiding een vrij omvangrijke veelhoeksmeting moet worden uitgevoerd die een complexe organisatie vergt. Steeds moeten bij een bepaalde meting prisma's worden geplaatst op het voorgaande en het volgende veelhoekspunt. Vooral bij drukke verkeerssituaties is dit een lastige bijkomstigheid van de detailmeting.

Daarnaast is de detailmeting zelf omslachtig omdat op ieder te meten detailpunt eveneens een meetmerk (prisma) moet worden opgesteld. Dit vraagt om een uitgebreide meetploeg waarbij de organisatie van de meting in het terrein een essentieel bestanddeel van de meting is.
Ja, maar zult u zeggen, er is toch fotogrammetrie! Fotogrammetrie geeft echter juist in gebieden met dichte bebouwing ook problemen van vooral technische aard. Men denke bijvoorbeeld aan hoogopgaande bebouwing in smalle straten in relatie tot het benodigde aantal luchtfoto's, en de daarmee gemoeide kosten voor gedetailleerde opnamen op grote schaal.

Niet alleen de methodiek van topografische gegevensverzameling maar ook de produktiviteit ervan is niet probleemloos: in de huidige situatie blijken toenemende problemen op te treden om éénmaal gemeten en in digitale vorm aanwezige gebieden redelijk actueel te houden tegen redelijke kosten.

Dit soort metingen in stedelijk gebied is daarmee bewerkelijk en dus duur, bovendien lastig te plannen. Niet in de laatste plaats omdat het flexibel "overlopen" van medewerkers van binnen- naar buitendienst of omgekeerd een lastige zaak is, onder andere gelet op de toch wel grote functionele verschillen tussen de daarbij betrokken functionarissen. Bovenstaande in aanmerking genomen en de nog steeds toenemende verkeersdrukte in de steden maakt dat we de huidige werkwijzen kunnen kwalificeren als: "toenemend duur", "omslachtig", "tijdrovend", en door dat alles als "laag-produktief" en daarmee vaak "niet-actueel".
Daarnaast is de presentatie van de informatie altijd tweedimensionaal gebleven. Dit ondanks de fantastische technische mogelijkheden, zoals interactieve grafische systemen, waarover men thans kan beschikken.

Geachte lezer, nu zult u zeggen dat zal allemaal wel, jammer dan. So what?
Welnu: veel van deze bezwaren zouden kunnen worden vermeden wanneer men de werkwijze volgens het CASSPAR-concept volgt. Hierbij worden snelle buitenopnamen gemaakt vanuit een rijdend voertuig, en vervolgens worden deze binnen bemeten en verwerkt.

Het CASSPAR concept

CASSPAR is een acroniem voor: "Computer Aided Surveying using Scanned PAnoramic Registrations"

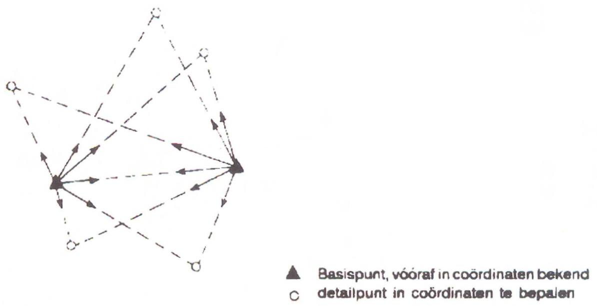
Digitale fish-eye opnamen (360 graden rondom) zijn hét kenmerk van deze CAS methode.

Daarnaast wordt het concept gekenmerkt door:

- het gebruik van nieuw te ontwikkelen werkstations, mobiel en stationair; (stationair weliswaar gebruikmakend van commercieel verkrijgbare onderdelen)
- de inzet daarbij van de nieuwste technologische hulpmiddelen op optisch, elektronisch en, vooral ook daardoor, informatie-technologisch gebied;
- het gebruik van nieuw te ontwikkelen software in geodetisch/informatie-technologisch opzicht;
- hoge produktiviteit en gebruikersvriendelijkheid.

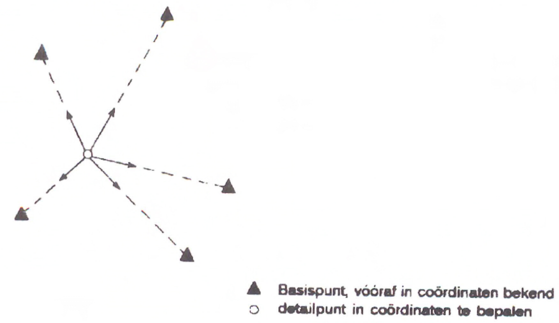
Het CASSPAR-concept verplaatst het meten dus naar binnen, nadat alleen nog snelle buitenopnamen (rijdend gemaakt) nodig zijn. Bovendien laat CASSPAR optimalisering van de metingen toe terwijl men meet met behulp van een grafisch scherm. Voor het eerst zal het daarmee mogelijk worden om interactief met de computer tot optimale resultaten te komen. Bovendien snel, zeer produktief en betrouwbaar.

Goed, met het mobiele opname systeem wordt dus door bebouwd gebied gereden en worden er, steeds na elkaar, opnamen gemaakt. Op iedere opname komt de gehele omgeving voor. Dit is op zich voor te stellen, niet waar, maar zult u zich afvragen: hoe werkt dat dan?
Met name de meetkundige achtergrond van de coördinaatbepaling, bijvoorbeeld van op een kaart af te beelden punten, zal u als geodeet of betrokkene bij landmeetkunde en geodesie interesseren. Zoals u wellicht weet kan men om een punt in coördinaten te bepalen, de methode van voorwaartse insnijding gebruiken, als tenminste twee punten vooraf in coördinaten bekend zijn.
Vanuit een (bekende) basis kunnen vele andere punten in coördinaten worden vastgelegd, de waarnemingen worden daarbij gevormd door vier richtingen zoals in de onderstaande figuur zijn aangegeven.



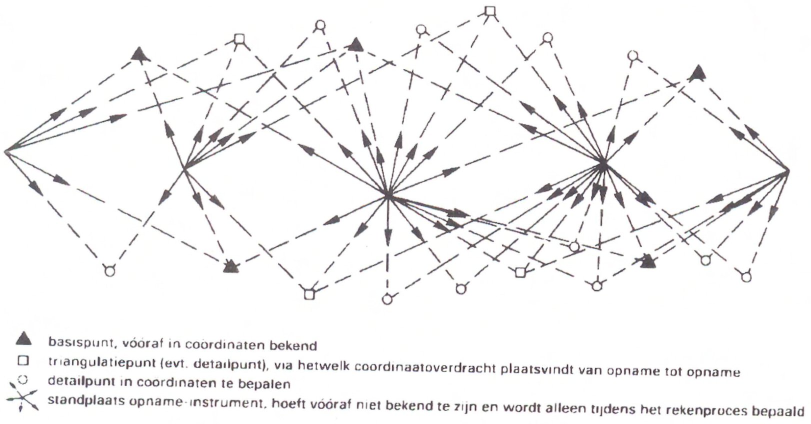
Figuur 1: voorwaartse insnijding

Het probleem is dan de bepaling in coördinaten van de basispunten. Dit kan echter worden opgelost door de methode van de achterwaartse insnijding toe te passen, leidend tot wat ook wel wordt genoemd een Snelliuspunt. Het principe is dat vanuit een onbekend punt door meten van richtingen en berekenen van hoeken naar andere (bekende) punten het onbekende punt meetkundig kan worden bepaald, zie onderstaande figuur.



Figuur 2: achterwaartse insnijding

Ook hier worden de waarnemingen gevormd door de waargenomen oftewel gemeten richtingen naar die punten, waarvan er minstens drie beschikbaar moeten zijn. De meetmethode van het CASSPAR-concept bestaat nu uit gelijktijdige toepassing van zowel voorwaartse als achterwaartse insnijding, zie onderstaande figuur.



Figuur 3: gelijktijdige voorwaartse en achterwaartse insnijding

Door ervoor te zorgen dat vele punten op minstens drie opnamen voorkomen is er zelfs sprake van overtalligheid en kan er worden vereffend, zonder dat onmiddellijk zogenaamde paspunten beschikbaar behoeven te zijn. Er is sprake van een overbepaald stelsel van richtingen, dat later via een beperkt aantal paspunten ruimtelijk wordt georiënteerd en van een schaal voorzien. Uiteraard kunnen meer paspunten wel een grotere bijdrage leveren aan de sterkte van de meetkundige figuur. Op langere termijn wordt daarom gedacht aan gebruik van een satelliet plaatsbepalingssysteem zoals GPS.

Bij deze meetmethode zijn er twee typen punten van belang:

- de triangulatiepunten welke nodig zijn voor de "transfer" van coördinaten. De bekende punten zelf welke eventueel beschikbaar zijn behoren daar ook toe;
- de detailpunten welke in feite de punten zijn waarnaar men op zoek is ten behoeve van bijvoorbeeld kartering.

In veel gevallen kan een punt zowel triangulatiepunt als detailpunt zijn. Toch is een onderscheid nodig omdat er aan triangulatiepunten hogere eisen worden gesteld dan aan detailpunten. Een slechte bepaling (meting) van een triangulatiepunt heeft invloed op de plaatsbepaling van ieder ander punt, terwijl slechte bepaling van een detailpunt alleen dat detailpunt betreft.

Het CASSPAR-concept gebruikt dus de hiervoor geschetste geometrische principes en zij vormen de kaders waarbinnen de hard- en software ontwikkelingen landmeetkundig gezien zich dienen te voltrekken. Dat betekent:

- voldoen aan het principe van de voorwaartse insnijding, ofwel:
  het vastleggen van identieke punten, zonder dus gebruik te maken van stereo effecten, moet plaatsvinden op zeker twee opnamen tegelijkertijd; en
- voldoen aan het principe van de achterwaartse insnijding, ofwel:
  er moeten, naast de detailpunten, punten worden bemeten welke minstens op drie opnamen zijn te zien in verband met het creëren van de benodigde meetkundige voorwaarden.

Voor de vastlegging in het terrein betekent een en ander echter alleen een zekere voorwaarde voor de globale intervallengte tussen de discrete opnamen. Verder is er een grote mate van vrijheid, en dat betekent grote winst ten opzichte van de huidige methoden. Er kan immers worden volstaan met een minimum aan voorbereiding, men hoeft niet langer vooraf te weten wat de opname standplaats is! Het CASSPAR-concept doorbreekt de impasse waarvan in feite in het voorafgaande sprake was. Met moderne technische hulpmiddelen wordt een nieuwe methode voor het verzamelen van topografische gegevens ontwikkeld. Hiermee wordt niet alleen een nieuwe methode voor kaartvervaardiging mogelijk, maar wordt ook de mogelijkheid geschapen om met deze gegevens

dynamische driedimensionale beelden van bebouwde en onbebouwde gebieden te presenteren. Aan bestaande technieken hiervoor, de huidige terrestrische metingen, kleven nog al wat bezwaren zoals we zagen. Ook toepassing van fotogrammetrie in met name dicht bebouwd stedelijk gebied kent duidelijke beperkingen. Aan het voorafgaande kan voor wat de fotogrammetrie betreft nog worden toegevoegd dat er in Nederland slechts gedurende een beperkt aantal dagen per jaar opnamen van voldoende kwaliteit vanuit de lucht kunnen worden gemaakt.

Moeilijkheden zoals geschetst zijn niet te verwachten als men volgens de CASSPAR-werkwijze handelt. CASSPAR kan bij uitstek worden gebruikt in gecompliceerd stedelijk gebied met vrij smalle straten en hoog opgaande bebouwing. CASSPAR zal naar verwachting inzetbaar zijn ten behoeve van onder andere:

- de vervaardiging van digitale driedimensionale topografische gegevensbestanden;
- de vervaardiging van grootschalige kaarten (zeer gedetailleerde kaartinhoud);
- bijhoudingsmetingen;
- gedetailleerde naverkenning van (lucht-)fotogrammetrische kaarteringen;
- genereren van 3D dynamische beelden of simulaties.

Nogmaals, bij dit alles behoeven de plaatscoördinaten van de opnameplaatsen dus niet bekend te zijn, en dat is met name in de praktijk van landmeten en geodesie, vooral ook voor wat betreft de detailmeting volkomen nieuw.

Teneinde te komen tot al rijdend opgenomen discrete digitale beelden welke binnen geheel digitaal kunnen worden verwerkt is een meerjarig projectplan opgesteld. Dit projectplan voor de totale ontwikkeling van CASSPAR omvat de volgende vijf stappen:

A. de ontwikkeling tot prototype en demonstratiemodel van zowel het stationaire als mobiele gedeelte van de fotografische variant genaamd FRANK, en het opdoen van langdurige ervaring daarmee;
B. op grond van de opgedane ervaringen vaststellen van de definitieve specificaties van het mobiele en stationaire gedeelte, gericht op volledig digitaal werken;
C. ontwerp en bouw van het definitieve digitale prototype van CASSPAR mobiel;
D. ontwerp en bouw van het definitieve digitale prototype van CASSPAR stationair;
E. marktgerichte ontwikkeling en bouw van applicatiepaketten.

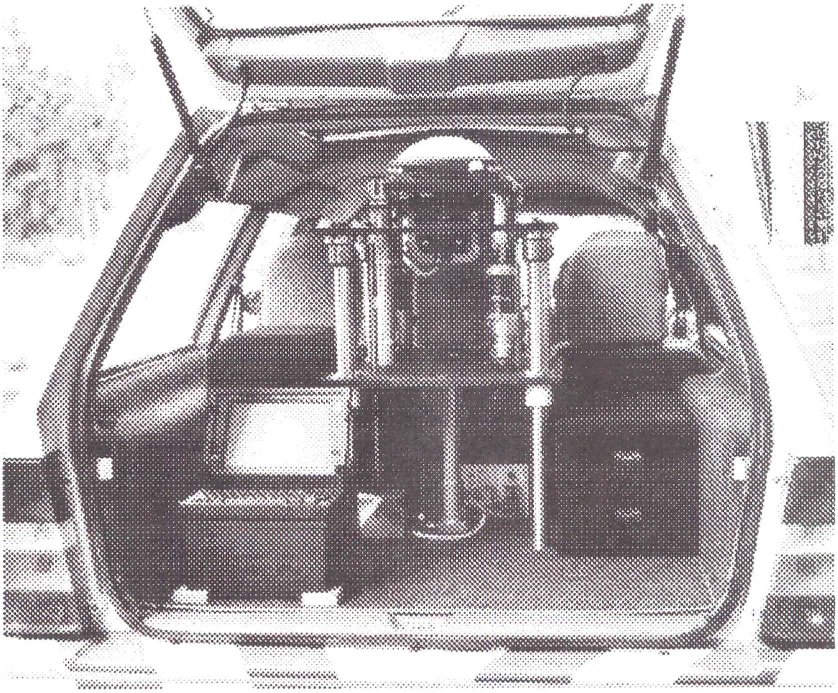
De huidige activiteiten zijn thans geheel gericht op realisering van stap A, het FRANK systeem.

Het FRANK systeem

Zoals ik al in de titel van deze bijdrage aangaf is FRANK dus de eerste fase van deze R&D onderneming, zo noem ik het nu maar, gezien de omvang die het geheel inmiddels heeft aangenomen.

Het FRANK-systeem wordt in onderstaande figuur schematisch weergegeven en bestaat uit een viertal subsystemen, te weten, het mobiele opnamesysteem, het stationaire meetsysteem, het softwarematige rekensysteem en het softwarematige editsysteem.

Het mobiele systeem omvat een speciaal door Delft Instruments, voorheen de Optische Industrie de Oude Delft, in ontwikkeling genomen fish-eye lens, een camerahuis, een stabilisatieplatform waarop de camera zich bevindt, bedienings- en registratie-intelligentie en dit alles ondergebracht in een opnamevoertuig, zie onderstaande figuur.

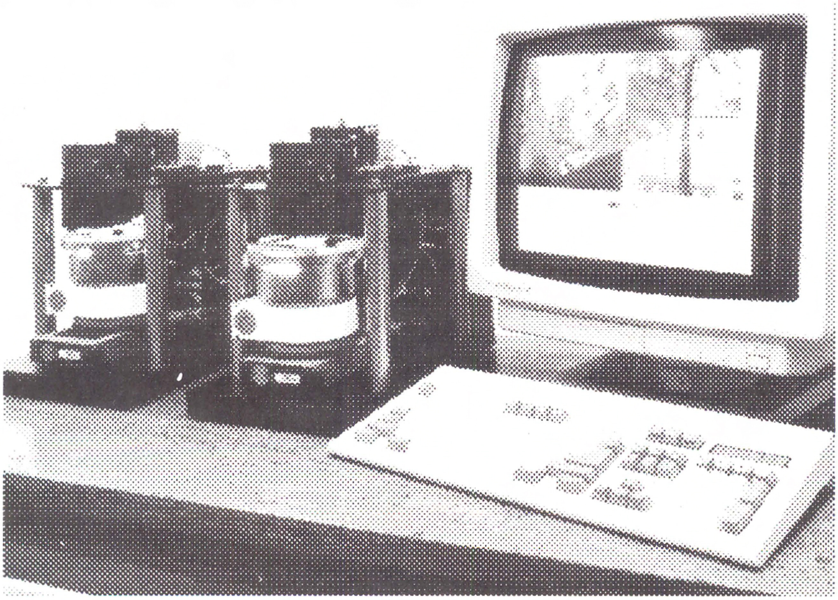


Figuur 4: de apparatuur in het mobiele FRANK systeem

Het gezichtsveld van de fish-eye lens bedraagt 400 gon in azimutale richting, terwijl het gezichtsveld verticaal 120 gon vanuit het zenith bedraagt. De orde van grootte van de meetnauwkeurigheid is beter dan 1 cm op 10 m, of < 20 micron op de opnamen (standaardafwijking). Dit is vergelijkbaar met huidige terrestrische nauwkeurigheidsvereisten, daar de voerstraallengten bij gebruik van het FRANK systeem korter zullen zijn dan bij gebruik van de huidige methoden.
De nauwkeurigheid wordt mede bereikt door stabilisatie van het platform waarop de camera zich bevindt en door registratie van de stand van de camera en de bepaling van het opname-interval. Het opname voertuig is thans in prototype beschikbaar voor experimenten, en in een later stadium, voor proefproductie.

Met het *stationaire werkstation* kan een operator uit de opnamen horizontale en verticale richtingen afleiden. Daartoe bestaat het werkstation uit de volgende gedeelten:

- een uitwerksysteem;
- een interface;
- een microcomputer, type PC/AT of PS-2, met reken- en editsysteem.



Figuur 5: het prototype FRANK uitwerksysteem

Het uitwerksysteem bevat minstens telkens twee foto's, waarin de operator gelijke objectpunten bij elkaar kan zoeken. De posities van deze punten worden via de interface, samen met een codering, doorgestuurd naar de microcomputer. Deze draagt zorg voor besturing, controle, opslag van de metingen en visualisering. In de figuur 5 wordt een overzicht gegeven van het nieuwe prototype uitwerksysteem, zoals momenteel wordt getest.
Het uiteindelijke digitale topografische gegevensbestand wordt geleverd door *het rekensysteem*, dat waarnemingen, die door het uitwerksysteem geproduceerd zijn, controleert en vereffent, en coördinaten berekent. Het rekensysteem is zowel voor twee- als driedimensionale verwerking geschikt.
De programmatuur is gebaseerd op het algemene rekensysteem voor geodetische netwerken (SCAN-II), dat bij de Faculteit der Geodesie ontwikkeld werd. De toepassing ervan voor het systeem FRANK is grotendeels gereed. Er werden reeds proefberekeningen uitgevoerd.

Aansluitend op de met FRANK verkregen coördinatenwolk wordt een *editsysteem* ontwikkeld. Met het editsysteem worden per gemeten punt de benodigde (karto-)grafische coderingen toegevoegd. Het FRANK eindprodukt kan hiermee op papier worden gevisualiseerd en ook in bestandsvorm worden geleverd. Het editprogramma sluit aan bij alle voorkomende kaartopmaaksystemen welke een gebruiker eventueel nog zou willen toepassen voor het toevoegen van bijvoorbeeld teksten. De operator ziet bij het editen ter oriëntering altijd 3 (door de operator te kiezen en te roteren delen van) FRANK foto's. In het kaartbeeld is daarbij voor de operator gevisualiseerd op welke plaatsen de drie foto's gemaakt zijn en in welke richting iedere foto aanschouwd wordt. Door dit editprogramma kunnen niet alleen puntenwolken worden geleverd maar ook verschillende tussenprodukten, tot zelfs een complete kaartplot.

Huidige werkzaamheden

Om de groei van met name FRANK te verzekeren is een veelheid van activiteiten ontplooid. Hieronder volgen een aantal van die werkzaamheden van de FRANK R&D groep, dit is echter geen uitputtende opsomming:

- ontwerp en bouw van het prototype mobiele systeem;
- herontwerp en bouw van het uitwerksysteem van functiemodel tot prototype;
- voorbereiding, uitvoering en evaluatie van test- en calibratiemetingen;
- onderzoek naar de variantie/covariantie structuur binnen het FRANK formulesysteem;
- het uitvoeren van pixeltransformaties om de cirkelvormige fish-eye beelden te transformeren naar rechtopstaande beelden.

Praktische experimenten

Wanneer u dit lustrumboek leest, zullen naar mijn stellige overtuiging, genoemde en overige activiteiten zijn uitgevoerd volgens een strakke planning, resulterend in een goed functionerend prototype van zowel het mobiele als het stationaire FRANK systeem.

Welnu, beste lezer, okay, dan is dat prototype FRANK er, zult U zeggen. Maar: hoe dan verder?
Nou, het gaat dan verder met praktische experimenten in samenwerking met de Faculteit der Geodesie en de volgende organisaties:

- de Hoofddirectie van het Kadaster, in het bijzonder de Afdeling Onderzoek en Ontwikkeling;
- de Dienst Stedelijk Beheer van de gemeente Amsterdam, in het bijzonder de Afdeling Landmeten en Vastgoedinformatie;
- de Dienst Openbare Werken van de gemeente Rotterdam, in het bijzonder de Afdeling Landmeten en Vastgoedinformatie.

Ten einde een effectieve beproeving van het FRANK prototype mogelijk te maken zijn de bovengenoemde organisaties met Geeris Holding Nederland BV een publiek-private samenwerking aangegaan, waarbij in een overeenkomst de uit te voeren experimenten zijn vastgelegd.

De samenwerkingsovereenkomst voorziet in een tweetal fasen van experimenteren. De eerste fase is gericht op het aantonen van de "technische haalbaarheid" van het werken met FRANK. In drie experimentgebieden zijn opnamen gemaakt die met het prototype FRANK uitwerksysteem zullen worden gemeten. De resultaten van de metingen in die drie gebieden zullen worden vergeleken met bestaand materiaal van de Gemeenten Amsterdam en Rotterdam en van het Kadaster. Het betreft in alle drie de experimentgebieden een vergelijking met recent tachymetrisch opgenomen en digitaal verwerkt materiaal. Wanneer deze eerste fase van de experimenten succesvol wordt afgesloten, zal met dezelfde organisaties overlegd worden hoe de tweede fase van de experimenten zal worden opgezet en uitgevoerd. De tweede fase is bedoeld om inzicht te krijgen in de "economische haalbaarheid" van het werken met FRANK. Daartoe zal in een groter experimentgebied gedurende een langere tijd met FRANK gewerkt worden om zodoende gedetailleerd inzicht te krijgen in de voordelen (en eventuele nadelen) van het werken met FRANK voor verschillende landmeetkundige toepassingen zowel qua kwaliteit, betrouwbaarheid en volledigheid als qua productiesnelheid en kosten of prijsaspecten.
Ook bij de uitvoering en beoordeling van de experimenten zijn student-assistenten ingezet, voor de verdere uitvoering van het R&D programma wordt op de blijvende inspanning van student-assistenten en AIO's prijs gesteld.

Toekomstige R&D voor CASSPAR

Tot nu toe is niet gebleken dat elders eenzelfde ontwikkeling plaats vindt, toch wordt mede met het doel de concurrentiepositie te verbeteren of te consolideren, gestreefd naar het ook op langere termijn toepassen van nieuwe technologische verworvenheden. De kansen daartoe doen zich des te meer voor bij de volgende fase in dit project, het stadium waarin het fotografische FRANK ontwikkeld dient te worden tot het digitale CASSPAR.

Speciale accenten in het ontwikkeltraject CASSPAR zullen liggen op de volgende onderwerpen;

- het gebruiken van scanningstechnieken voor FRANK opnamen;
- het aanpassen van het opnamesysteem en met name het stabilisatieplatform voor het maken van opnamen terwijl de auto rijdt;
- het uitwerken van digitale opnamen.

Fish-eye optiek en CCD-sensoren

Het fish-eye principe voldoet vooralsnog voor het beoogde soort metingen en daarom zal dit ook de basis vormen van het te ontwerpen digitale camera systeem. Het gevormde beeld heeft een buitendiameter van ongeveer 100 mm. Voor een optimale integratie van de optiek met CCD-sensoren zal een eventueel herontwerp van de optiek worden overwogen.

Ten einde de doelresolutie van 1 mrad in de voorwerpsruimte te bereiken dient het fish-eye beeld door de CCD-sensoren te worden gescand met een totaalformaat van minstens 4000 x 4000 pixels. Voor een resolutie van 2 mrad kan worden volstaan met 2000 x 2000 pixels.

Met betrekking tot de CCD-sensoren zal er een selectie moeten worden gemaakt uit twee mogelijkheden:

1. toepassing van matrix CCD-sensoren, en
2. toepassing van lijn CCD-sensor(en).

De huidige technologische stand van zaken betreffende matrix CCD's of CCD camera's is als volgt:

- CCD kleuren camera's hebben een formaat van ongeveer 600 x 600 pixels;
- CCD zwart-wit camera's hebben een maximum formaat van ± 1300 x 1000 pixels;
- enkelchips CCD matrices van grotere afmetingen (2000 x 2000) en samenstellingen van standaard CCD's zijn in de prototype fase of in ontwikkeling.

Gelet op deze gegevens is de verwachting op spoedige toepassing van een formaat 4000 x 4000 niet realistisch op dit moment. De minimaal vereiste afmeting van 2000 x 2000 pixels zoals wellicht in te zetten voor een voorlopig ontwerp lijkt thans echter wel haalbaar. Voor kleuren scanning met dit formaat zouden dan drie van deze chips kunnen worden toegepast. De belichtingstijd moet voldoende kort zijn om bewegingsonscherpte door het rijden te voorkomen, doch hier kan de sluiter van de optiek uitkomst bieden. Er zijn echter op dit technologisch terrein nog vele onzekerheden; wellicht dat ook een zekere eigen ontwikkeling hier nodig zal blijken.

Op het gebied van de lijnscanning zijn er momenteel lijnscanners te koop van 4000 elementen. Om echter het gehele beeldvlak af te tasten zullen er zeer kritische componenten dienen te worden ontwikkeld:

- of een bewegende scanningsspiegel die zorgt voor afbeelding op de lijnscanner van het fish-eye beeld, waarbij de spiegel synchroon moet lopen met de scanner;
- of door de lijnscanner te bewegen door het beeldvlak, maar ook hier zullen beweging en scanning synchroon moeten verlopen.

Dit betekent echter in beide gevallen de noodzaak van stilstaand opnemen, in verband met de benodigde tijd voor het scannen van het gehele beeld. Daarom lijkt de meest risicovolle oplossing, namelijk matrixscanning hier toch vooralsnog de voorkeur te verdienen.

Camera platform

Het huidige opname voertuig is uitgerust met een platform dat ervoor zorgt dat de optische as van de camera zo goed mogelijk verticaal staat. Voorzover er tijdens de opname nog een afwijking is wordt deze afgelezen en geregistreerd. Dit alles echter vanuit stilstaande positie, en gedurende minstens enkele seconden. Bij het huidige CASSPAR voorstel gaat het echter om het al rijdend maken van de scans, en dit betekent een zeer zware verscherping van de eisen aan zo'n platform. Immers strikt genomen zou het voor het bepalen van de standgegevens van opname systeem voldoende zijn om:

- of via een regelsysteem de camera in zijn juiste positie te houden,
- of via registratie tijdens de opname van de scheefstand, later bij de berekeningen correcties te bepalen.

Daar is thans echter reeds van af gezien, omdat een combinatie de meeste zekerheid geeft op correcte resultaten: tijdens de opname bevindt de chauffeur zich in de auto, deze kan wiebelen, ook door wind, en bovendien loopt de motor, hetgeen ook nog trillingen veroorzaakt. Dus al bij stilstaand opnemen is gekozen voor zo veel mogelijk zekerheid, dat wil zeggen: zowel standregeling als standregistratie.

De huidige oplossing bestaat uit een combinatie van elektronische waterpassen (lineaire versnellingsmeters), standregelingselektronica en registratie-elektronica. Hiermee moet nog ervaring worden opgedaan.

Het zal echter duidelijk zijn dat stabilisatie van de camera bij rijdend voertuig aanzienlijk gecompliceerder zal zijn dan thans. Immers naast de (versnelling van) de zwaartekracht gaan dan ook de bewegingen, casu quo de versnellingen van het voertuig in toenemende mate een complicerende rol spelen. De toe te passen versnellingsmeters meten nu behalve de zwaartekracht component ook de component(en) van de beweging. Het zal er bij het ontwerp dus om gaan de diverse componenten op een verantwoorde en toch ook betaalbare wijze van elkaar te scheiden casu quo te corrigeren en/of te registreren. Hier zal via processing van de verschillende versnellingssignalen en toepassing van moderne (versnellings-) meettechnieken, zoals bijvoorbeeld door middel van optische gyro's, moeten worden nagegaan of aan de doelspecificaties kan worden voldaan.

Een ander risico dat hiermee is verbonden betreft de registratie van de benaderde oriëntering van de camera tijdens de opname in het horizontale vlak. Deze registratie is nodig met beperkte precisie, voor de geodetisch/landmeetkundige berekeningen, ten einde over benaderde waarden van de coördinaten te kunnen beschikken.
Voor de oplossing hiervan wordt gedacht aan toepassing van een betaalbaar eenvoudig navigatie systeem, zoals onlangs door een fabrikant op de markt is gebracht. Onderzocht wordt of deze eenvoudige systemen voldoende nauwkeurig zijn, zo niet dan zal wellicht een eigen ontwikkeling moeten plaatsvinden.

Beeldbewerking

Bij de registratie van straatwandbeelden moeten enorme hoeveelheden data op een medium opgeslagen worden. In de technische beschrijving van het mobiele systeem wordt een maximale hoeveelheid van 48 Mbyte per beeld genoemd (drie keer 4000 x 4000 pixels, 8 bits per pixel). Het loont dus zeer de moeite te trachten deze hoeveelheid data te comprimeren. Een datacompressie systeem zal deel uit moeten maken van het mobiele camerasysteem: voordat de gegevens opgeslagen worden, moet de hoeveelheid zoveel mogelijk teruggebracht worden. Hierbij moet natuurlijk een afweging gemaakt worden tussen het vergroten van de datareductiefactor en het toestaan van een lagere nauwkeurigheid van het meetsysteem. De compressie zal zeer snel uitgevoerd moeten worden, in het ideale geval gesynchroniseerd met het opnemen van de beelden. Dan is hiervoor geen apart beeldgeheugen vereist.
Daarnaast zal in het stationaire systeem de datadecompressie plaats moeten vinden: het gecomprimeerde beeld moet weer in een standaard formaat teruggebracht worden voor presentatie op een beeldscherm.

Een aantal mogelijke datacompressie bewerkingen zijn:

- het weglaten van die gedeelten van het beeld die later niet in de metingen betrokken worden (bijvoorbeeld de lucht);
- het detecteren van vlakken die weinig informatie bevatten (egale vlakken) gevolgd door het verkleinen van de hoeveelheid informatie die het vlak representeert;
- het combineren van 3 kleurenbeelden (van ieder 8-bits) naar 1 beeld, waarin de voorwerpen door minder dan 24 bits weergegeven worden.

De totale hoeveelheid data kan hiermee naar schatting met minimaal 10% en met maximaal een factor 10 verminderd worden.

Op het gebied van de datacompressie moet verder zowel naar ontwikkelingen op het gebied van de algoritmen gekeken worden als naar ontwikkelingen op het gebied van de hardware. De verwachting is dat op korte termijn speciale VLSI-chips beschikbaar komen, die de datacompressie methoden hardwarematig ondersteunen. Deze ontwikkelingen komen voort uit het marktonderzoek op het gebied van de High Definition TV, de vergader-TV en de video-phone.

Algoritmisch kunnen twee klassen onderscheiden worden:

- Intra-frame codering: compressie binnen een frame;
- Inter-frame codering: compressie van opeenvolgende beelden.

De intra-frame codering is met name gericht op de zogenaamde transformcoding. Hierbij wordt het hele beeld of gedeelten van het beeld naar een ander domein getransformeerd (bijvoorbeeld fourier). In dit domein wordt vervolgens het beeld met minder bits beschreven (bijvoorbeeld minst voorkomende casu quo significante frequenties weglaten).

Bij de inter-frame codering wordt een aantal methoden toegepast:

- DPCM: het volgende beeld wordt voorspeld en het verschil opgeslagen;
- Frame difference: het verschil tussen opvolgende beelden wordt opgeslagen;
- Motion detection: hierbij worden bewegende en stilstaande gedeelten afzonderlijk behandeld.

Nagegaan dient te worden in hoeverre een van de bovengenoemde methoden zinnig kan worden toegepast. Tevens zal bekeken moeten worden in hoeverre de beeldvervormingscorrectie en de contrastcorrectie eerst nodig zijn. Na toepassing van deze correcties zou mogelijk de beeldcompressie eenvoudiger kunnen zijn.

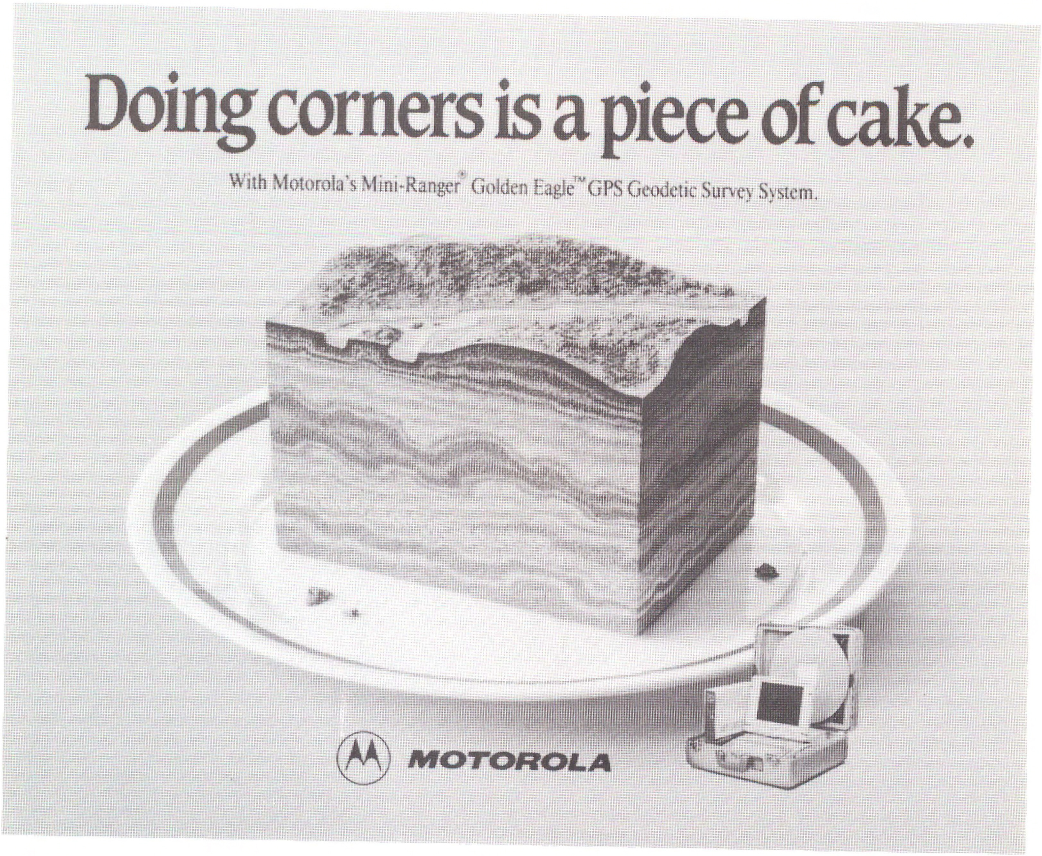
Epiloog

Ik hoop beste lezers, dat U met mij kunt concluderen dat FRANKje bezig is FRANK te worden, dat CASSPAR weliswaar misschien een nakomeling is maar dat er perspectieven zijn voor een voorspoedige groei.
Dit alles in de aanvankelijke beslotenheid van het R&D gezin te Delft, als hoeksteen van een innovatieve maatschappij waar eens (wat) anders moet worden gemeten.

Zo langzamerhand moeten ze naar buiten, en wat FRANK betreft, de markt op. Al was het alleen maar om te voorkomen dat zowel de moeder in Brabant als onderhavige vader er al te veel grijze haren van krijgen.

Omdat de jongelingen nogal veel aandacht vragen, kan het R&D gezin het echt niet alleen af. Naast de hulp door en bijdragen van studenten en staf op basis van een contract met de Faculteit der Geodesie, in het bijzonder het Centre for Computer Graphics and Mapping, wordt er dan ook nu, en in de toekomst het nodige werk uitbesteed.

U zult nog nader van ons horen.



Seatronics BV,Zijlweg 144, 2015 BH Haarlem, The Netherlands
Tel:023-314192/328800. Fax:023:325993

Een Geografisch Informatie Systeem op maat

Onze oplossingen. De keuze aan u.

Mogelijkheden, dat biedt het Intergraph IMAP concept voor het opbouwen van een Geografisch Informatie Systeem. Kies de GIS produkten die passen bij uw budget en bij uw wensen. Kies de relationele database gebaseerd op SQL, die u bevalt. En kies de hardware, opleiding en ondersteuning die voor u op maat zijn.

MicroStation GIS: Een Relationeel GIS systeem

MicroStation GIS maakt het opbouwen van een Geografisch Informatie Systeem eenvoudig. Het biedt de mogelijkheid om uw geografische informatie – met daarin ruimtelijke, sociale en economische gegevens en relaties – te beheren en te combineren. Omdat het systeem modulair is opgebouwd kunt u bescheiden beginnen en uitbreiden als het gebruik toeneemt. De produktiviteit van uw afdeling wordt verhoogd door de optimale mogelijkheden tot invoer en bijhouden van gegevens en door snelle respons op topologische vragen.

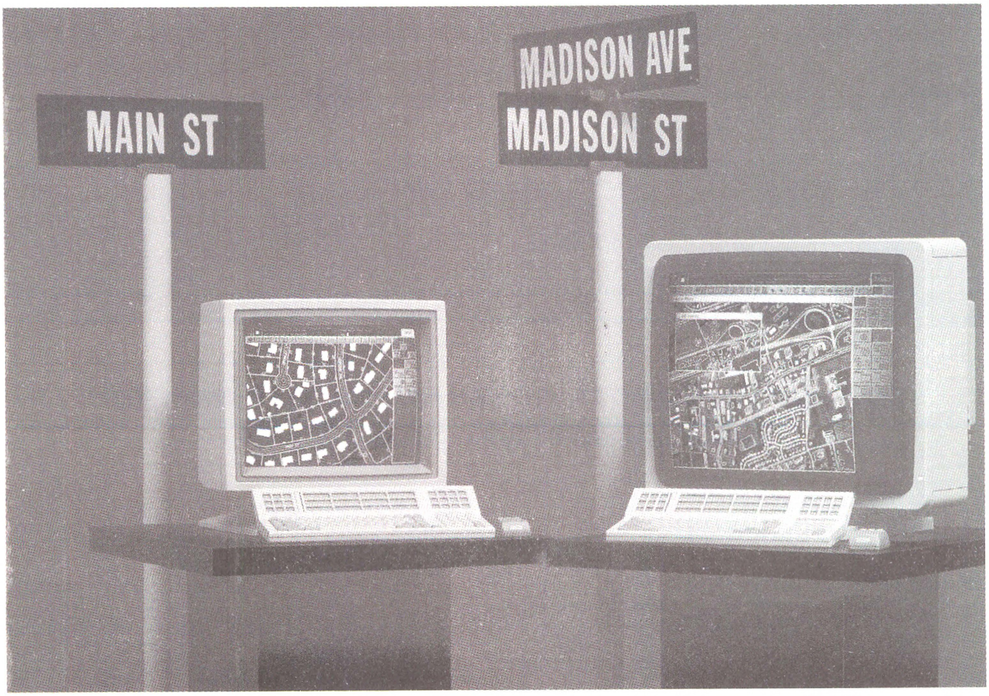
TIGRIS: Een Object Georienteerd GIS systeem

TIGRIS is een ongeevenaarde technologische doorbraak naar de toekomst van GIS. Zelfs een incidentele gebruiker van TIGRIS kan de kracht van het produkt benutten, doordat het zo gemakkelijk te leren en te gebruiken is. U kunt uw eigen functies voor verwerking van geografische gegevens ontwerpen, die passen bij uw eisen ten aanzien van modellering en analyse. U stelt de regels op voor het bewaken van uw gegevens en informatie. Dit resulteert in een kwalitatief hoogstaand en flexibel Geografisch Informatie Systeem.

Van Groningen tot Goes, u hebt de keuze voor uw Geografisch Informatie Systeem. Kies Intergraph.

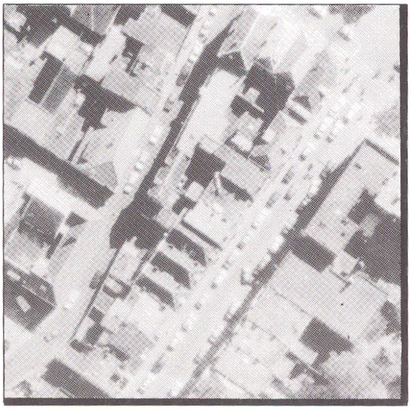
INTERGRAPH

Intergraph Benelux B.V., Turfstekerstraat 63, 1431 GD Aalsmeer
Tel. 02977 – 21511, Fax 02977 – 26432

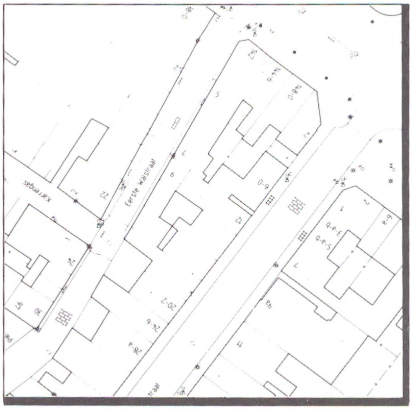


SOKKISHA®
PARTNER IN MÉÉR DAN DRIE DIMENSIES
Ontdek wat dat betekent.
In techniek, in know-how en in blijvende begeleiding.
Het gaat tenslotte niet om coördinaten alleen.
Vandaar.
SOKKISHA EUROPE B.V.-POSTBUS 377-1380 AJ WEESP
TELEFOON 02940-30616-FAX 02940-11882

Dit is nog maar het begin



Dit is helemaal het einde



EEN GOEDE FOTO MAAKT NOG GEEN KAART

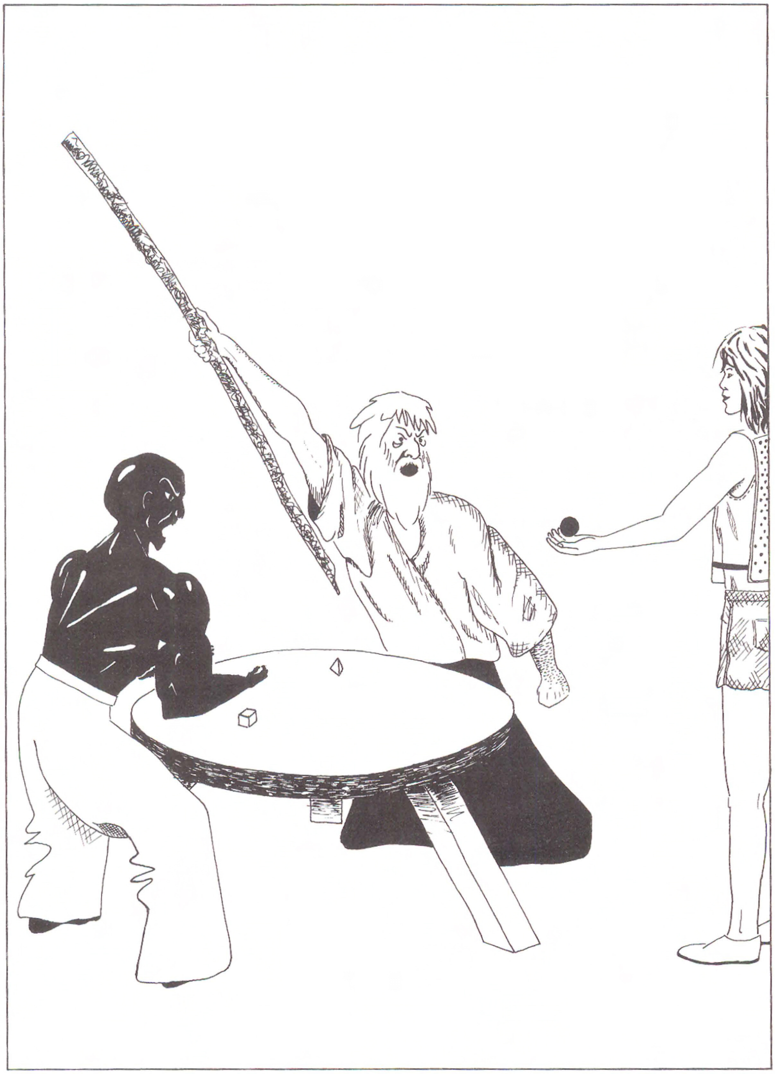
Om van een foto een gedetailleerde werkbare kaart te maken is meer nodig. Bij Van Steenis krijgt u een compleet eindprodukt in handen. Een kaart die in alle opzichten af is.

Van Steenis heeft daar al zo'n 45 jaar ervaring mee en geeft u graag alle informatie. Voor een goed advies gaat u naar de kaartspecialist bij uitstek: Van Steenis.

van steenis
CIVIELE TECHNIEK □ LANDMETEN □ BODEMONDERZOEK

De Molen 83, 3995 AW Houten
Tel. 03403-95611 - Fax 03403-51256

VAN STEENIS WEET ER ALLES VAN !



OVER HOE ANDEREN HET ZIEN

CHALLENGES FOR GEODESY: SOME RANDOM THOUGHTS

Prof.dr. K. Lambeck

Introduction

Geodesy means different things to different people. To me, geodesy is an integral part of the study of the dynamic behaviour of the Earth, not just the kinematic description of its motions and deformations. It is distinguished from disciplines such as seismology or geology primarily by the range of frequencies of the dynamical behaviour that can be observed by one set of tools or another.Thus geodesy can be considered as low frequency seismology or as high frequency geology. Of course, others may take inverse views which all goes to show that the boundaries between the disciplines are unnecessary and possibly hinder the real objective of the science, namely, the understanding of the forces that act on the Earth; to deform it to its present form and to give it its present motions. Of importance is to recognize that the geodetic measurements span two extremes, the seismological observations of the very high frequency, short-duration deformations at the one end and at the other end the evidence of deformation and displacement on geological time scales. By being able to quantify the displacements and deformations on human time scales the geodetic measurements provide the key to understanding the processes involved, be they the driving forces of plate tectonics or the response of the planet to better understood forces producing tidal deformations and rotational irregularities in the Earth's movements.

Put very simply, the challenge is to establish links between the records of deformation contained in rocks such as the one illustrated in Figure 1a and the deformation recorded with modern equipment, such as the radio telescope

illustrated in Figure 1b.

Figure 1a

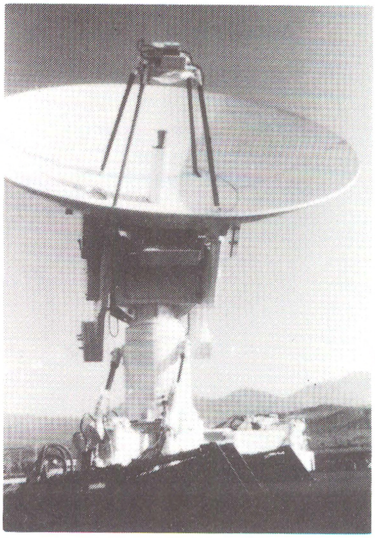


Figure1b

The rock represents one extreme example of the geological record. From Western Australia, it contains the oldest known terrestrial material, a 4.2 billion year old mineral, zircon. The rock reveals that crust was already being created and destroyed very early in the Earth's history; that many of the processes occurring in more recent geological time were already occurring then. After about 3.1 billion years ago, the sediments hosting these minerals - the remnants of earlier geological cycles - were buried to a depth of more than 15 km and subjected to temperatures in excess of 500 °C. Later, it found its way back to the surface where it has remained for perhaps the past billion years. A remarkable history in itself, and a remarkable achievement that the record contained in the rock can be read today. But it does not reveal the forces that were at work, shaping the early minerals, burying them to great depths and then returning them to the surface, not in single events, but as part of sequences of tectonic events spanning long time intervals. This is where the other recorder of deformation plays a role, the geodetic instrument measuring the short duration episodes of deformation. The radio-telescope, satellite laser ranging system, or GPS receiver, measures the "instantaneous" deformations of the Earth; the deformations that occur on short durations when viewed on these geological time scales. But they provide us with a measure, albeit indirect, of the forces at work and of the response of the planet to these forces. These are the very building blocks upon

which the models are constructed to quantify the processes occurring on the geological time scales.

Forces and response

To understand the workings of the Earth requires a knowledge of the forces acting on the Earth and of the response of the planet to these forces. Two classes of problems can be identified. In the first, the forces are well known, such as the tide raising gravitational potential or the centrifugal force. Here the observations of displacement or deformation determine the response function or rheology of the planet appropriate for this particular problem (Figure 2). In the second class of problems the deformations are observed but the forces are largely unknown. An example of this is the motions of the continents and the spreading of the sea floor. In this type of problem the forces can be estimated if the response function of the Earth is known. The two classes of problems are closely linked.

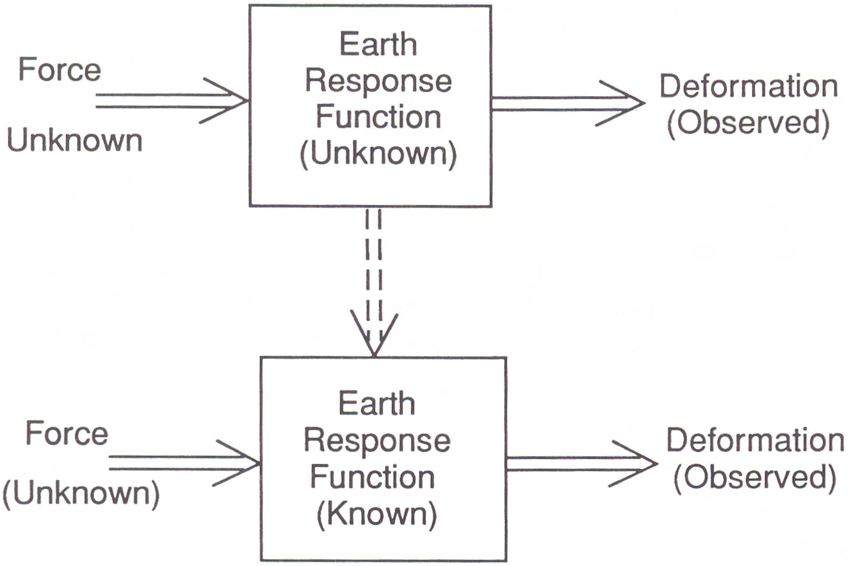


Figure 2

The problem is easily stated in this way but the achievement of a solution is a different story. One reason is that the range of forces is limited. Another reason is that the Earth as a whole, oceans, atmosphere as well as solid Earth, is often

involved. The tidal displacement of a site will include the solid tide, possibly a contribution from the deformation of the crust by variations in the oceanload, and by the loading of the crust by atmospheric tides. To reach a better understanding of the solid Earth therefore also requires improved understanding of some of these "extraneous" factors. But these factors actually expand the very range of forces available and they too are worthy of study.

Some examples

Numerous examples can be found that illustrate the hand-in-glove link between geodesy and the other disciplines of the Earth Sciences. The Earth's irregular rotation is one such example.Perhaps a rather esoteric subject but one that is not without importance. Modern geodetic techniques have provided highly accurate and high resolution observations of the changes in the Earth's rotation and fills an important need in space navigation; in guiding spacecraft to their planetary encounters or in the very high accuracy orbit analysis of terrestrial satellites for other geodetic purposes. The major challenge however lies not so much in the measurement and data analysis as in providing a physical framework for the observations of both the regular and irregular rotational motions. It requires evaluation of the torques acting on the planet and of the redistributions of mass within it. It requires evaluation of atmospheric, oceanographic, seismic, magnetic forces that excite the rotation. Yet the geodetic observations with all the supporting information will not contribute to one of the major outstanding problems, namely, the secular acceleration of the Earth and the evolution of the Earth-Moon system. To develop useful models the record needs to be extended back in time. This requires inter alia delving into the mysteries of ancient astronomical observations and into the fossil record of corals and brachiopods. Where geodesy ends and other disciplines begin is a moot point but a systematic approach across the spectrum is essential if we wish to understand the orbital and spin evolution of the Earth-Moon system.

A second example is provided by the Earth's gravity field. A, perhaps the, major contribution of modern geodesy to science has been the measurement of the Earth's gravity field and no other property of the Earth other than possibly its topography is now known with better accuracy and spatial resolution. The spatial variations point to the planet that is out of hydrostatic equilibrium and, while this is in itself a profound conclusion, little else could be said if this was all that was available. The evidence points to the occurrence of lateral variations in density in the crust and mantle but no inverse procedure will tell with certainty where these anomalies occur. Does it mean that the Earth has a finite strength and has supported these anomalies since early days? Does it mean that the Earth is a

dynamic entity in which the anomalies, the long wavelength cores in particular, reflect convective processes in the Earth's interior? [Look at the debate amongst the leading geophysicists in the early 1960's when the first satellite results were obtained.] Now there would be no doubters that the gravity field provides constraints on models of dynamic evolution of the Earth but plausible interpretations are possible only if other data types are introduced - information on the Earth's rheology or stress-bearing capacity of the crust and mantle, seismological information on lateral variations in seismic velocities and attenuation, surface heat flow, and tectonic histories of the crust.

A third example is provided by sea-level change. Tide gauges have monitored sea-level for only about 100 years and then only at few locations. The records reveal a complex behaviour of the relation between crust and sea-level. In some areas sea-level is rising, in others it is falling. What are the causes? Is it tectonic; the subsidence or emergence of a crust acted on by tectonic forces? Is it eustatic; the change in ocean volume due to, for example, an exchange of mass between the oceans and ice sheets? Is it anthropogenic; the rise in sea-level produced by a global warming of our environment? It is undoubtedly a bit of all and one is hard-pushed to interpret the tide gauge data in a unique way. Again, the record has to be extended back in time (as well as the present record improved). Here the older record includes archaeological information, sedimentological and geomorphological evidence, and a reasonable picture begins to emerge of how sea-level has changed in time over the past 10,000 or so years.

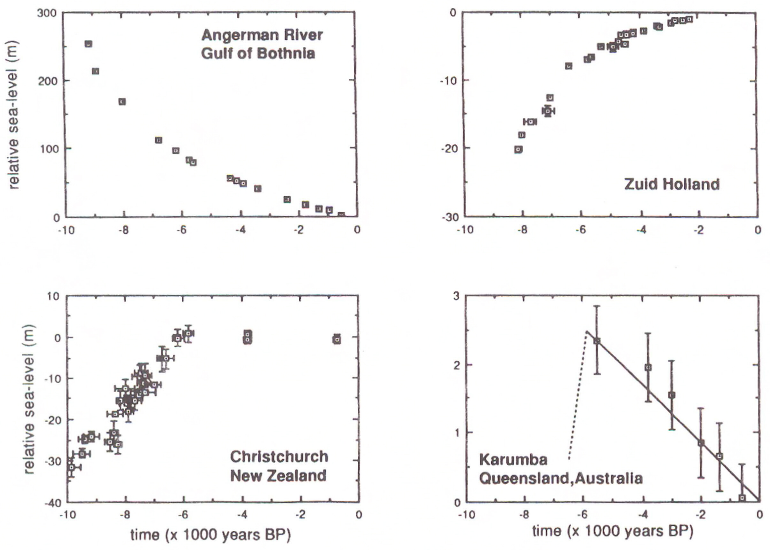


Figure 3

Figure 3 illustrates some schematic examples from different localities around the world and the spatial pattern is complex. Yet much of it makes sense with the framework of a dynamic Earth in which the crust and mantle are still responding to the melting of great ice sheets up to about 8,000 years ago and the addition of the meltwater into the oceans. Thus the sea-level records contain information on the Earth's rheology, its response to the changes in the surface loads, as well as on the history of the ice loads for, unfortunately, these have not been determined uniquely from glaciological and geomorphological evidence alone. By a careful examination of the problem, however, it becomes possible to separate out various factors, to constrain Earth and ice models and to begin to separate out the factors that contribute to today's sea-level change recorded by the geodetic tide gauges. This also is a major challenge.

One important common point to these and other examples is that the geodetic observations, when combined with other sources of not always perfect information, is that they permit, in principle, the Earth's response or rheology function to be established. A range of relevant processes is illustrated in Figure 4.

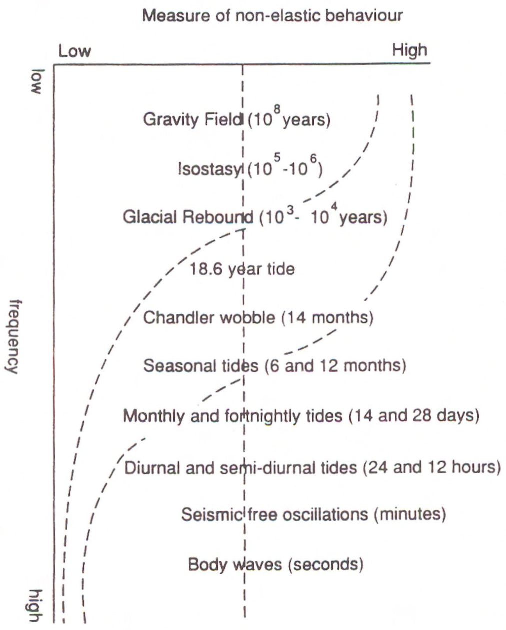


Figure 4

What is sought is a rheology function that describes the response of the Earth to a wide range of forces acting on different time scales and of different magnitudes. Such a function will be exhibit depth dependence with the high strength lithosphere responding differently from the upper mantle. It will also exhibit time dependence; the Earth's mantle responds essentially as an elastic body when subjected to seismic waves but at very long periods, of the order of 1,000,000 years, it will respond essentially as a fluid. How the function behaves at intermediate frequencies remains unclear and a worthy objective of geodetic studies. The function may also exhibit stress magnitude dependence, with the planet responding faster to large loads than to small loads. The function will

certainly exhibit lateral variations for there is abundant geophysical evidence for lateral variations in a variety of physical properties of the Earth. Clearly, the ultimate function will be complex but nevertheless it is important to attempt to define it for once it, or part of it, is mapped it becomes possible to make predictions about the forces responsible for some of the other deformations of the Earth. It should become possible, for example, to draw conclusions about mantle convection and the driving forces of plate tectonics.

Conclusions

From these few examples, I hope to have illustrated that geodesy is very much an integral part of the Earth Sciences. In so doing I may be accused of taking a narrow view in that I am ignoring much of the traditional areas of geodesy concerned with determining the "shape of the Earth". This would, however, be incorrect for these 'traditional' areas form the very underpinning of the Earth Science applications. One example, obvious in the context of this fifty year anniversary, is the important work carried out on evaluating geodetic networks at the Geodesy Faculty of Delft. This now provides a very sound basis for evaluating time dependencies of these networks produced by the Earth itself and not by the whims of geodetic measurements.

Perhaps I could also stand accused of attributing too much to the discipline of geodesy, of including too many other areas of the Earth Sciences under the umbrella of geodetic science, and of insisting that geophysical causes are as much part of the subject as are the effects measured by geodetic techniques. If I were so accused I suspect that I stand in good company for past geodesists did not have such reservations. Neither do seismologists confine themselves to describing or analyzing their data. They also seek causes. Geodetic science has entered into its most exciting era now and it would be a shame to miss out on the fun.

Figure 1: Two recorders of Earth deformation.
(a) A conglomerate from the Jack Hills area of Western Australia containing a record of Earth deformation spanning 4.2 billion years.
(b) A radio-telescope used for long baseline radio interferometry observations of Earth deformation on time scales of hours to years.

Figure 2: The relation between force and deformation for the Earth. In the first example the force is known and the response function of the Earth is deduced from the observation. Once this function is determined unknown forces can be quantified from observations of deformation (the second example).

Figure 3: Typical observations of sea-level positions, relative to the crust, from different locations around the world (note the different height scales used in all examples).

Figure 4: Spectrum of Earth deforming processes. Several schematic examples of how the rheology function may vary with frequency are shown.

Summary: Geology is an integral part of the study of the earth's dynamic behaviour. It provides a kinematic description of the planet's motion and deformations from which the forces acting on it can be inferred over a frequency range between seismic and and geological observations. Numerous examples illustrate this close interaction of geology, geodesy and geophysics. These include the planet's gravity field, its rotation and tides, and sea-level change.

OBJECTHERKENNING MET DIGITALE BEELDVERWERKING

Ir. G. Vosselman

Computer Vision

Traditioneel wordt het gebied van de digitale beeldverwerking opgesplitst in drie deelgebieden, te weten: (1) het opnemen van digitale beelden en het coderen daarvan, (2) het restaureren en verbeteren van digitale beelden (filteren, contrast-verbetering) en (3) het afleiden van informatie uit digitale beelden. Dit laatste deelgebied wordt "Computer Vision" genoemd.
Er zijn veel manieren waarop informatie uit digitale beelden kan worden gehaald. De voor geodeten wel bekendste methode is het stereoscopische meten in een stereopaar. De taak van de Computer Vision algoritmen is automatisch de corresponderende punten uit het linker en rechter digitale beeld te zoeken. Wanneer de relatieve oriëntering ongeveer bekend is (kleine y-parallaxen) en het te meten object relatief glad is (gelijkmatig verloop van de x-parallaxen), is dit inderdaad mogelijk. Bij de autofabrikant Volkswagen, bijvoorbeeld, worden zo nieuw ontworpen autocarrosserieën op vormfoutjes gecontroleerd en aan verschillende instituten worden uit gedigitaliseerde luchtfoto's al digitale terrein modellen berekend met een nauwkeurigheid, die vergelijkbaar is met die van door een operateur gemeten DTM.
Het meten van corresponderende punten hoeft zich natuurlijk niet te beperken tot stereobeelden. Een voor navigatiedoeleinden belangrijke techniek is de beeldreeksanalyse. Hier worden vanaf een bewegend object (auto, schip) in kleine tijdsintervallen digitale opnamen van het terrein gemaakt. Door in de opeenvolgende beelden corresponderende punten te zoeken, kan de aflegde weg worden berekend. Omdat de veranderingen van één beeld tot het volgende beeld relatief klein zijn, is dit zogenaamde "matching" probleem eenvoudig op te

lossen.
Een derde vorm van informatie, die uit digitale beelden kan worden gewonnen, is een classificatie van de opgenomen objecten. Bekend zijn hier de remote sensing technieken om uit multi-spectrale satellietbeelden het landgebruik (grasland, bos, bebouwd, etcetera) te bepalen. Naast deze classificatie op grond van radiometrie en textuuranalyse, kan men ook objecten herkennen en lokaliseren door hun geometrische eigenschappen te vergelijken met die van verschillende objectmodellen. In deze bijdrage wil ik een paar toepassingen van deze objectherkenning met een korte beschrijving van de herkenningsmethoden presenteren.

Objectherkenning

Een objectherkenningssysteem neemt als invoer een digitaal beeld en geeft als uitvoer een lijst van objecten, die het heeft gevonden. Om zoiets te kunnen doen, moet het systeem weten hoe de objecten, die het moet herkennen, eruit zien. Bij veel herkenningsproblemen kunnen de objectmodellen nauwkeurig en volledig van te voren worden beschreven. Dit zijn zogenaamde specifieke modellen. Het is echter ook mogelijk, dat we van een object alleen weten, dat het rechthoekig is, maar de verhouding tussen lengte en breedte niet kennen. In zo'n geval spreekt men van algemene modellen (engels: generic models).

Herkenning van specifieke modellen

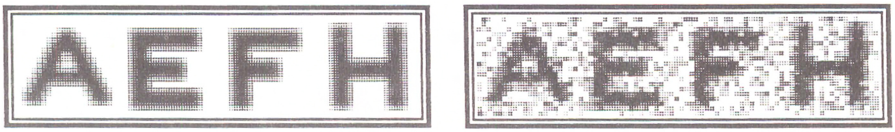
Met het herkennen van een model wordt impliciet ook het bepalen van de positie en oriëntatie ervan bedoeld. Soms is de positie al gegeven en hoeft alleen nog maar te worden berekend welk model het beste past. In andere gevallen is bekend om welk model het gaat, maar is de positie in het beeld nog onbekend. Dit probleem noemt men ook wel objectlokalisering. Hoe nauwkeuriger de benaderde waarden van de positie en oriëntatie zijn, hoe eenvoudiger de herkenningsmethode. De onderstaande voorbeelden zijn ongeveer gerangschikt naar moeilijkheidsgraad.

2-Dimensionale objecten met bekende posities

- Herkenning van cijfers en letters

Het herkennen van tekst vormt een belangrijk onderdeel bij het automatisch verwerken van formulieren. In de jaren '70 en begin jaren '80 is veel onderzoek verricht naar het herkennen van handgeschreven tekst (bijvoorbeeld op postgiro-formulieren). Hier moest men echter vaststellen, dat handschriften zo verschillend kunnen zijn, dat een betrouwbare interpretatie voorlopig nog een onhaalbare

zaak is. Meer succes heeft men daarentegen bij het herkennen van gedrukte schrift. Door het zoeken van donkere vlekken in het beeld zijn de letters eenvoudig te vinden, zodat de positiebepaling hier geen probleem is. Ook de oriëntatie van de gedigitaliseerde tekst is meestal al op voorhand bekend. Alleen de vraag welke letters er staan moet nog worden gegenereerd. Deze modellen heten maskers. Het herkennen van een letter bestaat nu daarin het masker te vinden, dat het beste past. Als maatstaf hiervoor kan de kruiscorrelatiecoëfficiënt of de gemiddelde kwadratische afwijking tussen de grijswaarden van de gedigitaliseerde letter en de maskers worden gebruikt (figuur 1, tabel 1). Een andere methode is de lijnen van de letter uit het digitale beeld af te leiden (door skeletering van het gebinairiseerde beeld) en door een analyse van de typische knikken en richtingen van de lijnen de letter te herkennen. Met deze methode werkt een Frans systeem, dat in staat is gedrukte tekst met een snelheid van 2000 letters per seconde te herkennen.



Figuur 1: Maskers en verruiste beelden van letters

Kruiscorrelatiecoëfficiënt					
		model			
		A	E	F	H
b					
e	A	0.89	0.24	0.31	0.36
e	E	0.27	0.91	0.74	0.42
l	F	0.35	0.73	0.91	0.48
d	H	0.38	0.42	0.46	0.92

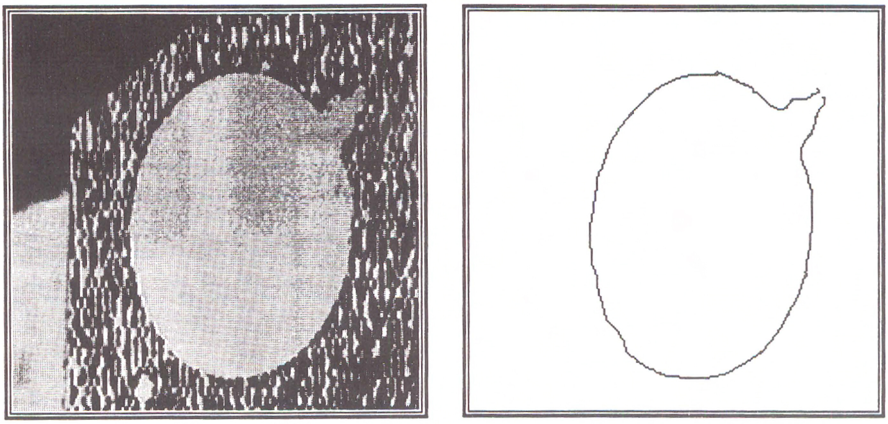
Gem. grijswaardeafwijking					
		model			
		A	E	F	H
b					
e	A	41	105	97	96
e	E	106	40	68	96
l	F	94	65	38	88
d	H	99	96	93	38

Tabel 1: Herkenning van letters

- Kwaliteitscontrole

Een ander gebied, waar de digitale beeldverwerking al wordt ingezet, is de kwaliteitscontrole. In het voorbeeld van figuur 2 moet de vorm van een uitsparing in een dashboard worden gecontroleerd. Na onderdrukking van de textuur, worden de pixels gezocht, die sterke grijswaarde gradiënten hebben en in de buurt van de rand van de uitsparing liggen. Eenvoudig is hierna vast te stellen,

dat de vorm in de rechter bovenhoek afwijkt van de voorgeschreven ellips.



Figuur 2: Contour-analyse

2-Dimensionale objecten met ongeveer bekende positie

- Meten van signalen en topografische paspunten

Om de meetresultaten uit digitale beelden (in dit voorbeeld gedigitaliseerde luchtfoto's) te kunnen transformeren naar andere coördinaatsystemen, moeten goed gedefinieerde punten worden gemeten. In foto's met een grote schaal zijn dit meestal gesignaliseerde punten, maar deksels van rioleringsputten, hoeken van gebouwen, etcetera, zijn ook denkbaar. In foto's met een zeer kleine schaal komen kruisingen van wegen en samenlopen van rivieren in aanmerking.

In elk geval heeft men een masker nodig voor het signaal dat moet worden gemeten (figuur 3). Het signaal wordt gevonden door het masker over het beeld te schuiven en op elke plaats van de correlatiecoëfficiënt te berekenen. Het pixel met de grootste coëfficiënt geeft dan de positie van het signaal aan.

Wanneer de benaderde waarden voor deze positie goed zijn (maximaal 2-3 pixels ernaast), kan een elegantere en nauwkeurigere methode worden gebruikt. In plaats van de aanname, dat de grijswaarden van beeld en masker van de overeenkomstige pixels gelijk zijn,

$$g_{beeld}(x,y) - g_{masker}(x,y) = 0 \quad (1)$$

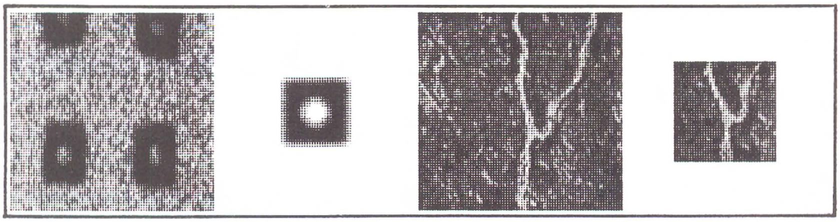
Stelt men dat dit pas na een kleine verschuiving het geval is:

$$g_{beeld}(x,y) - g_{masker}(x + \Delta x, y + \Delta y) = 0 \quad (2)$$

Na lineariseren volgt dan:

$$g_{\text{beeld}}(x,y) - g_{\text{masker}}(x,y) = \frac{\partial g}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial g}{\partial y}\Delta y \qquad (3)$$

Voor elk pixel wordt deze vergelijking opgesteld. De onbekende verschuivingen ($\Delta x, \Delta y$) kunnen nu met de kleinste kwadraten methode worden bepaald. Hierbij wordt de kwadraatsom van de grijswaardeverschillen geminimaliseerd. Door uitbreiding van vergelijking (3) kunnen ook parameters voor rotatie, contrast of helderheid worden bepaald. De nauwkeurigheid van deze kleinste kwadraten matching ligt (voor contrastrijke signalen) bij ongeveer 1/30 pixel.



Figuur 3: Beelden en modellen voor signaalmeting

In het eerste beeld van figuur 3 staan een aantal signalen van 100 x 100 µm groot, die met een pixelgrootte van 2 x 3 µm zijn gedigitaliseerd. Het masker hiervoor is gegenereerd. Het andere voorbeeld is een samenloop van rivieren, opgenomen vanuit een satelliet. Het masker is hier een oudere opname van dezelfde samenloop, die al een keer was gemeten. Door het matching worden de coördinaten overgedragen op de nieuwe opname. SPOT IMAGE gebruikt deze techniek voor het meten van hun paspunten in de SPOT satellietbeelden.

2-Dimensionale objecten met onbekende positie en ongeveer bekende oriëntatie

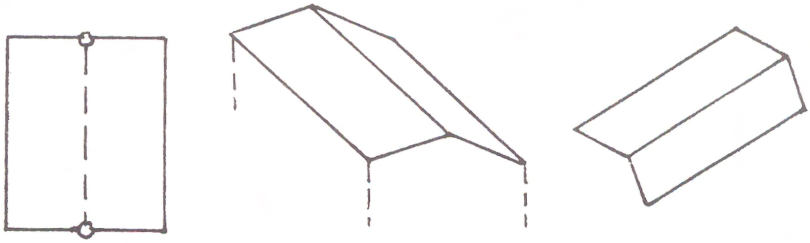
- Meten van topografische paspunten

In het kader van de orthofotoproductie heeft het Landesvermessungsamt in Nordrhein-Westfalen een grote database met circa 20.000 topografische paspunten opgebouwd. Deze paspunten, hoofdzakelijk hoekpunten van huisdaken, worden gebruikt om de oriëntering van de luchtfoto's te bepalen. Behalve de X-, Y- en Z-coördinaten van de gevelspitsen, zijn ook de schetsen van de huisdaken opgeslagen. Met methoden uit de digitale beeldverwerking en de vereffeningstheorie zal het interpretatie- en meetproces nu worden geautomatiseerd.
Uitgaande van de schets (figuur 4a), wordt een 3-dimensionaal model afgeleid (figuur 4b), dat, met gebruik van de benaderde waarden van de oriëntatieparame-

ters uit het vliegplan, in het fotocoördinaatsysteem wordt geprojecteerd (figuur 4c). Uit de benaderde waarden en hun precisie volgt, dat, in dit geval, het afgebeelde huis in een gebied ter grootte van 2 x 2 cm moet liggen. Dit gebied wordt gedigitaliseerd (figuur 4d) en uit het digitale beeld worden de rechte lijnen afgeleid (figuur 4e). Het herkenningsprobleem is nu gereduceerd tot de vraag waar de lijnen van figuur 4c in figuur 4e liggen.

De hier gekozen oplossingsmethode is een clustering in een parameterruimte. De twee parameters, die deze ruimte opspannen, zijn de x-en y-verschuiving van het model ten opzichte van het beeld. Deze ruimte wordt gediscretiseerd (opgedeeld in hokjes) en geïnitialiseerd (alle hokjes krijgen de waarde nul). Voor elke combinatie van een modellijn met een beeldlijn wordt berekend in welk bereik de verschuivingsparameters kunnen liggen, wanneer de beeldlijn de afbeelding is van de modellijn. De waarden van de hokjes, die in dat bereik liggen, worden dan verhoogd. Wanneer dit voor alle combinaties is gedaan, wordt de verschuiving tussen model en beeld aangegeven door het hokje met de hoogste waarde. Dit komt doordat de juiste modellijn -beeldlijn combinaties systematisch op één hokje zullen stemmen, terwijl de stemmen van de foutieve combinaties min of meer willekeurig verdeeld over de parameterruimte zullen liggen. Deze methode wordt de gegeneraliseerde Hough transformatie genoemd.

Nu de verschuivingen vrij nauwkeurig bekend zijn, kunnen de lijnen van het dak eenvoudig worden geselecteerd. In een robuuste vereffening worden tenslotte de kleine foutjes geëlimineerd en een preciezere schatting van de huiscoördinaten gemaakt. De lijnen, die na de vereffening overblijven, zijn in figuur 4e dik aangegeven.

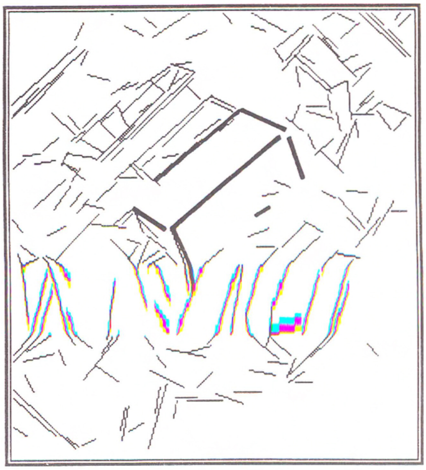


a. gegeven schets in orthogonale projectie

b. geïnterpreteerde schets, 3D-model

c. geprojecteerde model 2D-draad model

d. uitsnede digitale beeld
240 x 240 pixels à 20 μm



e. kanten met contrast (dun),
kanten van het huis (dik)

Figuur 4: Herkennen van een huisdak

3-Dimensionale objecten, onbekende positie en oriëntatie

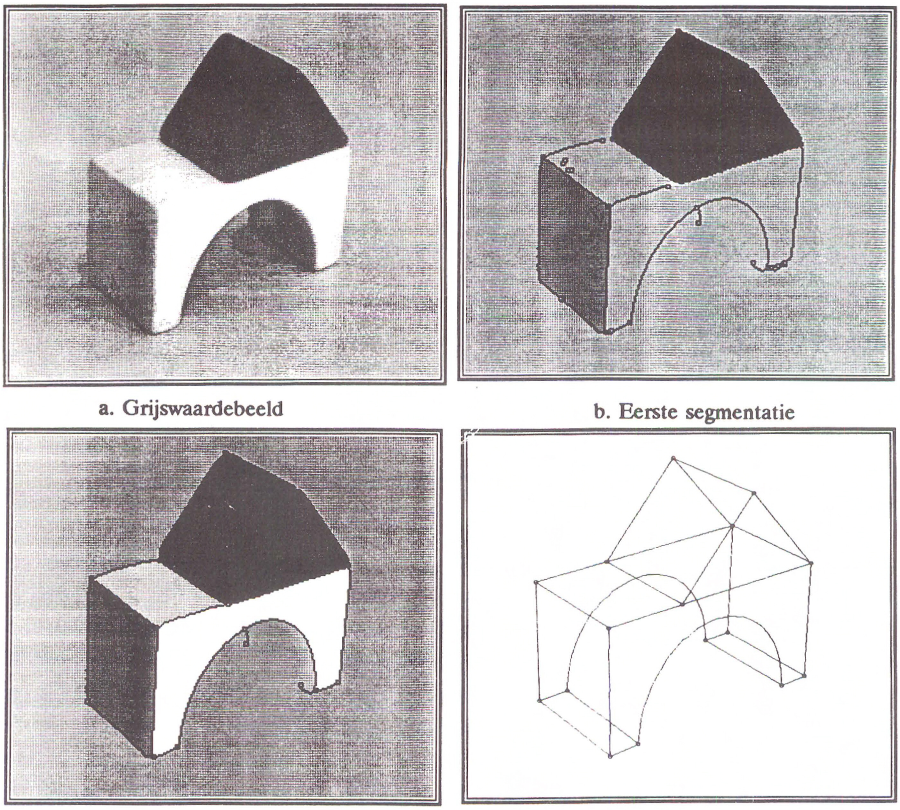
- Herkennen van eenvoudige objecten

Het assembleren van producten is in de industrie al verregaand geautomatiseerd. Robots grijpen de onderdelen en schroeven en lassen ze tot een geheel. De robots zijn hiervoor tot in het detail geprogrammeerd. Bijvoorbeeld: een schroef ligt op een zekere plaats en moet door een robot worden gegrepen en op een andere plaats onder een bepaalde hoek in een voorgeboord gat worden geschroefd. Wanneer de onderdelen niet exact op de aangegeven plaatsen liggen, leidt deze werkwijze tot productiefouten. Dit stelt hoge eisen aan de absolute precisie van de positionering van de onderdelen en de bewegingen van de robot. Eenvoudiger zou het zijn, wanneer de robot zou kunnen zien, zelf de plaats en oriëntatie van de onderdelen zou kunnen bepalen en op grond daarvan zou kunnen grijpen.

Om dit te realiseren moet op de arm van de robot een CCD-camera worden gemonteerd. Deze digitaliseert het te grijpen object. In dit voorbeeld zijn dit twee aan elkaar vast zittende blokjes (figuur 5a). Het model van het object en de inwendige oriëntatie van de camera's zijn gegeven. Met elementaire beeldverwerkingsalgoritmen worden uit het grijswaardebeeld punten, lijnen en vlakken afgeleid (figuur 5b). Deze segmentatie wordt nog verbeterd door bepaalde lijnen door te trekken (figuur 5c).

Wanneer geen benaderde waarden voor de positie en oriëntatie bekend zijn, kan geen van de eerder beschreven methoden voor de herkenning worden gebruikt. Omdat de projectieparameters onbekend zijn, kan er geen 2-dimensionaal masker worden gegenereerd. Ook een Hough transformatie is uitgesloten, omdat de

parameterruimte bij zes parameters veel te groot zou worden.



a. Grijswaardebeeld
b. Eerste segmentatie
c. Doorgetrokken lijnen
d. Geprojecteerd model

Figuur 5: Herkennen van eenvoudige modellen

Er zijn slechts enkele eigenschappen van het model, die onveranderd blijven door een projectieve transformatie. Topologische relaties zijn zulke eigenschappen. Bijvoorbeeld, wanneer een modellijn l_m met punt p_m is verbonden, dan zal de afgebeelde lijn l_b met het corresponderende punt p_b zijn verbonden. Of, wanneer, bij het doorlopen van lijn l_m het vlak v_m aan de linkerkant ligt, zal het afgebeelde vlak v_b ook links van de corresponderende lijn l_b liggen, wanneer deze in dezelfde richting wordt doorlopen.
Twee soorten herkenningsmethoden gebruiken zulke eigenschappen voor het zoeken van de corresponderende elementen (punten, lijnen en vlakken). Dit zijn de relaxatie labeling methode en het relational matching. Beide methoden gebruiken een voorverwerkingsfase, waarin de onmogelijke combinaties van een

modelelement met een beeldelement worden geëlimineerd. Hier let men er onder andere op dat de corresponderende beeldlijn van een rechte modellijn ook recht moet zijn en dat de afbeelding van een modelpunt, dat met drie lijnen is verbonden, in het beeld niet meer dan drie lijnen kan hebben (minder kan wel, omdat sommige lijnen onzichtbaar zijn). Aan alle nog mogelijke combinaties worden "juistheids"-waarschijnlijkheden toegekend.
Doel van de relaxatie labeling methode is, met behulp van de topologische relaties, deze waarschijnlijkheden iteratief zo te veranderen, dat aan het einde van het proces een eenduidige labeling overblijft.

Het relational matching gaat geheel anders te werk. Hier wordt aangenomen, dat de waarschijnlijkste combinatie van een model- en een beeldelement inderdaad juist is. Deze aanname heeft consequenties voor de andere combinaties. Wanneer gesteld wordt dat punt p_b de afbeelding is van punt p_m , kunnen alleen de lijnen, die met p_b zijn verbonden, de afbeeldingen zijn van de lijnen, die met p_m zijn verbonden. Na deze deductie wordt de volgende waarschijnlijkste combinatie als juist aangenomen. Dit wordt herhaald totdat voor alle beeldelementen een modelelement is gevonden. Wanneer een aanname niet juist is, blijkt bij een van de latere deducties, dat er voor een bepaald beeldelement geen modelelement overblijft. In zo'n geval wordt deze aanname verworpen en worden de minder waarschijnlijke aannamen geprobeerd.
Tenslotte wordt bij beide methoden een achterwaartse insnijding berekend uit de gevonden combinaties van beeld- en modelpunten en wordt voor de verificatie het model in het beeld geprojecteerd. De oplossing in figuur 5d is gevonden met het relational matching na het maken van ongeveer 900 aannamen. Nu de relatie tussen het beeld- en het modelcoördinaatsysteem bekend is, zou een robot het object kunnen grijpen.

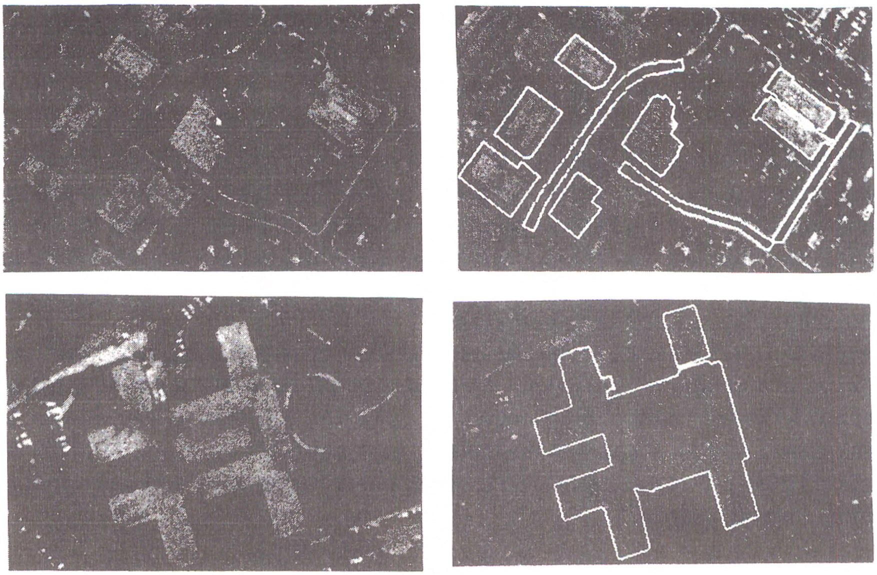
Herkennen met algemene modellen

Bij het herkennen met algemene modellen zijn weliswaar kenmerken van de te zoeken objecten bekend, maar kan geen geometrische beschrijving worden gebruikt om, zoals in het vorige voorbeeld, het resultaat van de herkenning te controleren. Aan verschillende universiteiten worden algemene modellen en herkenningsmethoden voor interpretatiedoeleinden ontwikkeld.

2-Dimensionale algemene modellen

- Fotointerpretatie
Aan het Artificial Intelligence Center van het Stanford Research Institute is de tot nu toe volledigste theorie ontwikkeld. Deze wordt gebruikt om in gedigitaliseerde luchtfoto's huizen, straten en bomen te herkennen. De definitie van hun algemene modellen bestaat uit vier onderdelen: (1) de definitie van kanten in

digitale beelden; hoe contrastrijk ze moeten zijn en welke vormen ze mogen hebben, (2) de definitie van de gebieden in digitale beelden; hoe homogeen de grijswaarden moeten zijn, (3) de definitie van de geometrische relaties tussen de kanten van het object (bijvoorbeeld: kanten van huizen moeten òf parallel òf loodrecht ten opzichte van elkaar staan) en (4) een procedure, die gesloten contouren genereert voor gebieden, die wel een homogene grijswaardeverdeling hebben, maar niet aan alle kanten sterke contrasten hebben.

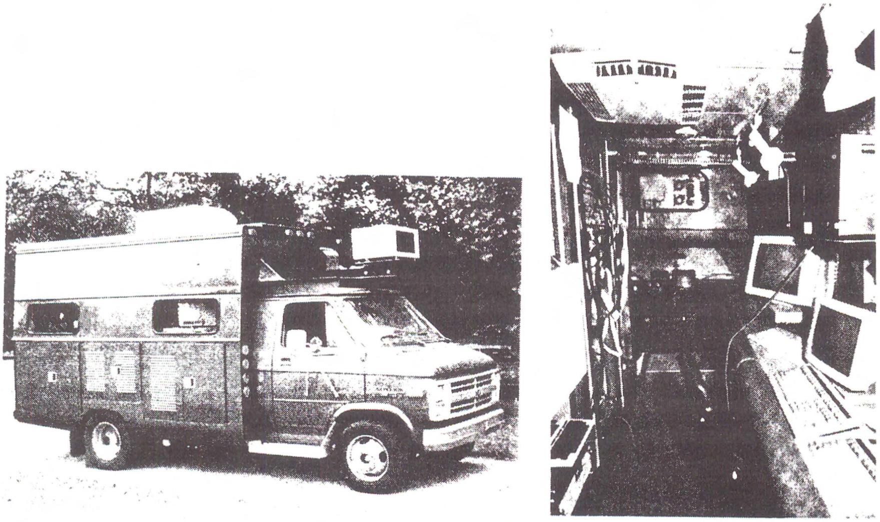


Figuur 6: Herkennen van huizen en wegen. (Rechts met segmentatie overlay)

Voor de beslissing wanneer een object in het beeld voldoet aan de modelbeschrijving, wordt een principe uit de informatietheorie gebruikt. Deze zegt, dat de kortste beschrijving de beste is. Dit houdt in, dat een object wordt geclassificeerd wanneer de beschrijving van het grijswaardebeeld (zonder model) langer is dan de beschrijving van het model plus de beschrijving van de afwijkingen tussen het beeld en het model. In figuur 6 zijn enkele resultaten van deze interpretatiemethode te zien.
Het doortrekken van de lijnen in figuur 5c is ook gebaseerd op deze theorie. De codering van figuur 5c is korter dan die van figuur 5b.

3-Dimensionale algemene modellen

- Autonome navigatie
Al in het begin van de jaren '70 bestonden er plannen voor het ontwikkelen van een voertuig, dat, voorzien van digitale camera's, zelfstandig zou moeten kunnen rondrijden op de planeet Mars. Een beetje teruggekomen van deze futuristische ideeën, werken verschillende instituten nu aan systemen, die zich concentreren op de aardse infrastructuur: ze moeten de weg herkennen.
Het mag duidelijk zijn dat in zulke systemen meerdere technieken moeten worden geïntegreerd. Het rijdende voertuig zal steeds weer nieuwe beelden van de omgeving opnemen. Het verwerken hiervan is een combinatie van objectherkenning en beeldreeksanalyse. Ook worden vaak verschillende soorten camera's gebruikt en wordt een flink stuk regelingstechniek (onder andere Kalman-filter) gebruikt om alle meetgegevens te verwerken en steeds weer koers- en snelheidswijzigingen te berekenen.



Figuur 7: Het NavLab van de Carnegie Mellon University

Aan de Carnegie Mellon University in Pittsburg is het NavLab ontwikkeld. Deze uitgebouwde bestelbus (figuur 7 links) is uitgerust met een digitale kleurencamera en een laser scanner (voor afstandsbeelden) en heeft tot taak onder alle mogelijke omstandigheden kleine wegen en paden te volgen. Dit houdt onder andere in, dat het systeem natte en droge weggedeelten moet herkennen, zich niets van eventuele schaduwen op de weg moet aantrekken, maar natuurlijk wel

de andere weggebruikers moet respecteren. Om deze taken te kunnen uitvoeren, heeft het busje vijf workstations aan boord (figuur 7 rechts). Een daarvan is een WRAP high speed processor met een CPU capaciteit van ongeveer 100 Sun workstations.
VaMoRs is een ander systeem, dat in het kader van het Europese Prometheus project aan de Universität der Bundeswehr in München wordt ontwikkeld. Dit systeem is gespecialiseerd in het rijden op autosnelwegen en is uitgerust met twee zwart/wit camera's met verschillende openingshoeken en een zestal parallelle processoren. Het kan automatisch van rijstrook wisselen, optrekken vanaf de invoegstrook en ook zonder wegrandmarkering de koers houden. In 1987 werd zonder menselijk ingrijpen op een snelweg al een traject van 24 kilometer afgelegd met een maximale snelheid van 100 km/uur. Ter geruststelling: het betrof hier een nieuw stuk snelweg, dat nog niet voor het normale verkeer was vrijgegeven.

Literatuur

- Ballard, D.H. en C.M. Brown [1982]: Computer Vision. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1982. Dit boek geeft een aardig overzicht over methoden in Computer Vision, vanaf het filteren en het zoeken van kanten tot en met de matching methoden.
- Dickmanns, E.-D. [1989]: Vehicle Guidance by Computer Vision. In: Proc. International Workshop on High Precision Navigation, pp. 86-96, Stuttgart/Altensteig-Wart, Mei 1989. SFB Hochgenaue Navigation, Springer Verlag. Een beschrijving van het VaMoRs systeem.
- Fua, P. en A.J. Hanson [1988]: Extracting Generic Shapes Using Model-Driven Optimization. In: Proc. Image Understanding Workshop, pp. 994-1004, April 1988. In dit artikel wordt het herkennen van objecten met algemene modellen beschreven.
- Sester, M. en W. Förstner [1989]: Object Location based on Uncertain Models. In: Proc. 11. Symposium der Deutsche ArbeitsGemeinschaft für Mustererkennung, Informatik Fachberichte, vol. 219, Hamburg, Oktober 1989. Springer Verlag. Een beschrijving van de herkenning van topografische paspunten met nadruk op de betrouwbaarheids-aspecten.
- Thorpe, C., M. Hebert, T. Kanade en S. Shafer [1989]: Vision and Navigation for the Carnegie Mellon NavLab. In: Proc. International Workshop on High Precision Navigation, pp. 97-122, Stuttgart/Altensteig-Wart, Mei 1989. SFB Hochgenaue Navigation, Springer Verlag. Een beschrijving van het NavLab systeem.
- Vosselman, G. en W. Förstner [1988]: The precision of a Digital Camera. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 27, Part B1, Juli 1988. In dit artikel wordt de hoge nauwkeurigheid van de kleinste kwadraten matching methode aangetoond.

FROM GEODESY TO GEOMATICS: A CHALLENGE OF THE INFORMATION SOCIETY

Ir. R. Groot

Samenvatting

Dit artikel geeft een korte beschouwing over de introductie van rekenautomaten en communicatietechnieken in de Geodesie volgens de Delftse optiek.
Hierbij wordt een parallel getrokken tussen gegeneraliseerde plaatsbepalingstheorieën (Tienstra en Baarda) en een te ontwikkelen theorie met betrekking tot geografische informatie en de invloed van die theorie op verzameling, verwerking, gebruik en weergave van deze informatie. De hiervoor benodigde plaatsbepalingsinfrastructuur maakt het mogelijk ruimtelijke correlaties te maken tussen fysisch geografische en economisch sociale gegevens. De eveneens onontbeerlijke informatieïnfrastructuur bevordert de toegang tot bestanden en het efficiënte gebruik van informatie.
Geomatics, een samentrekking van Geografische Informatie en Informatics, is de wetenschap die het karakter en de structuur van ruimtelijke informatie bestudeert. Het houdt zich tevens bezig met bovengenoemde infrastructuren.
Voorts worden enige serieuze beperkingen van huidige GI-systemen besproken die ten koste gaan van de cognitieve kwalitatieve ruimtelijke analyse. In een elektronisch informatiemilieu echter, is een nieuwe rol voor elektronische atlassen en kaarten.
Besloten wordt met de gedachte dat Nederlandse geodeten uit het oogpunt van hun opleiding een zeer waardevolle bijdrage kunnen leveren aan de definiëring en realisering van een Geomatics infrastructuur in Nederland. Deze bijdrage van Geodesie naar Geomatics wordt voorgesteld als een belangrijke uitdaging voor de nieuwe generatie Nederlandse geodeten.

Introduction

When I was asked on the occasion of the 50th anniversary of 'Snellius' to write a short article on the subject of Geomatics in Canada, it occurred to me that this would be rather too serious a subject for this event. Celebrations of this type call for a degree of lightheartedness, gratefulness for what the past has given us, and optimism and excitement about what is yet to come. Upon reflection however, it seemed not inappropriate to address the subject at this time. After all, in the 50 years of 'Snellius'' existence, we have seen a revolutionary change in Geodesy and surveying and mapping. Its scientific development, how it is being practised, and how it relates to the other professions and society at large, have significantly changed. During my recent two year assignment at the International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), I noticed that these changes have not universally met with optimism about the future of Geodetic education in Delft and about employment opportunities for its graduates. This, in light of my own experience was a surprising discovery. I strongly feel that the traditional pillars on which the geodesy education in Delft is based, namely mathematical and physical Geodesy, law, and land consolidation (a form of applied Geography) prepare Dutch geodesists well for leadership functions in Geomatics development. Hence, I feel very positive about employment opportunities for geodesy graduates, provided the education continues to be well balanced with respect to the three "pillars" mentioned, and that over-specialization is avoided.
Although I do not have the figures, it would be interesting to see the Geodesy curriculum of 50 years ago and compare it with that of today. I would expect that the hours spent on learning skills of surveying, mapping, cartographic drafting, as well as computing as a proportion of the total number of formal education hours would show a significant reduction. The reason for this is that the computer and communication technology have made many skills redundant while on the other hand it has regenerated, at the professional engineering level, a greater need for fundamental understanding of the underlying assumptions and models in Geodesy.
We have been fortunate that in Delft world class research started by Tienstra and continued by Baarda and others, resulted in the generalization of geodetic processes in a consistent mathematically formulated theory. This meant that any geodetic or control survey could be a priori analyzed to predict the outcome of the survey together with a quantification of the value of this prediction.In other words, the a priori decision making was detached from the actual execution of the survey. This aspect was completely new and for me an inspiration when, some years ago, I was faced with very expensive technology investments in the topographic and geographic mapping of Canada which I knew would revolutionize our mission interpretations, our organization and the way we would relate to our clients and private sector producers. I had come to the conclusion that if

those systems acquisitions were to be carried out in a rationally controlled and orderly way a similar generalized model had to be developed for the complex of data acquisition, photogrammetry, map compilation and drafting and map distribution in an electronic environment.
It led to the recognition in Canada in general, but more particularly in the cadastral reform of Quebec, that such a generalized concept to support the rational development and introduction of Geographic or Land Information Systems was needed (1). The concept was called Geomatics, a contraction of geographic information and informatics. Parallel to a definition of Informatics, Geomatics was subsequently defined as: the scientific investigation of the structure and properties of geo-information, the methods of its capture, classification, spatial definition, representation and use, and the infrastructure to secure its optimal application (2).

Computer and Communication Technology in Surveying and Mapping, a Historical Sketch

It has been a characteristic of the introduction of computer technology that we began by trying to apply computer techniques to speed up the processes of the individual elements of the surveys and mapping process, from geodetic adjustments to photogrammetry to map construction to map finishing. In other words, we copied electronically the processes we were familiar with.
Thus in the 60's, computers were applied initially to computations such as geodetic and aerotiangulation adjustments, geodetic astronomical computations, etcetera. In geography, it generated the so-called quantitative revolution in which geographers felt that a panacea had been found because they could compute ever larger optimization processes and extended statistical computations as computers became more powerful. The use of maps fell into decline because the map-making process was still largely manual and mechanical, slow and relatively expensive and therefore seemingly irrelevant compared to apparent relevance of the speed of the computer processes. Thus, when the first electronic engineering drafting systems appeared, cartographers saw an opportunity to apply this technology to speed up their production processes.
Later, in the mid 70's, the recognition developed that the data in digital form had an intrinsic value and that the separate conventional technical processes would become integrated in a digital environment. To fully benefit from this technology, computer assisted cartography (with the original goal of making conventional maps more efficiently), changed to multi-purpose cartographic databases, one output of which could be conventional maps. These in turn changed to information systems providing the spatial framework for both map and information production and quantitative spatial analysis of thematic information

linked to elements of the topography.

Parallel with this change we saw the development of Doppler and GPS technology, digital photogrammetry, topographic database building, automated topographic cartography, and the evolution of a multitude of media for the distribution of topographic and geographic information. Gradually we entered a world of capabilities for positioning without surveyors, photogrammetry without photogrammetrists and cartographic processes without cartographers. But the same technological evolution made the integration of these individual specializations possible. When the remote sensing and photogrammetry technology can be such that the actual technical skills can be imbedded in software then we arrive at a situation where these skills are getting into the hands of the information users, i.e. an agricultural or forestry scientist can use digital photogrammetry without having to study photogrammetry at great lengths. Digitally rectified stereo images can be inspected and for example forest or soil polygons can be identified and digitized so that a database of this information can be created or maintained for any particular purpose. The content before or after analytical processing can be output in maps automatically. Where does positioning end and cartography begin in such an integrated process? Who is the positioner and who the cartographer? In the way of publishing geographic information, the conventional paper product can now be complemented with digital video, CD ROM, in a PC or MAC environment, or as microfiche of a quality of resolution in which the screen of the original maps can in fact be detected.

This integration of the elements of the surveying and map production process and the shift of technical capabilities from the conventional specialist to the creator and user of information is no different from what has happened in general publishing and will have at least as far reaching consequences on producers, authors, and users of mapped information and the organizations in which they work. "Marshall McLuhan used to remark,"Gutenberg made everybody a reader. Xerox made everybody a publisher." But personal computers made everybody an author. Electronic-mail, wordprocessing programs together with laser printers collapse the whole writing-publishing-distribution process into one event controlled entirely by the individual"(3).

All of this will of course have major implications for the policies of national mapping agencies. For example, the way they see their mission, standard products and tasks and how they are being organized to fulfil those (4). Similarly education institutions will be affected (5). But it also raises the question how we can objectively discuss and set priorities in this integrated electronic GIS environment without some kind of consistent model of the properties and the structure of geographic information, its capture, its use etcetera. The discipline that addresses these issues in a systematic and scientific way is Geomatics. At the same time as this concept was beginning to be formulated it was recognized that another consequence of the fact that we work in electronic environments needed

to be covered. It concerns the need for a geomatics infrastructure to make the optimal use of geo-information possible. The word "infrastructure" is used in its proper definition i.e. the capital investment needed to create the structures and services to make access to and use of geo-information efficiently possible. For geographic and land information, this infrastructure is basically as follows (4):

* a national (geodetic) positioning system,
* a national digital topographic data base, and
* a national property register,
* thematic databases that are spatially defined in terms of at least the first but possibly also the second and the third system,
* agreed standards for information classification, qualification, and digital communication,
* legal and technical provision for universal connectivity amongst data bases, directory information, and legal rights to interconnect (6).

It is generally accepted that it is a role of government to design and ensure the realization of this Geomatics Infrastructure. Likely, because of the confederate nature of Canada, with highly autonomous provinces, and because of the enormous surveying and mapping tasks, the notion of sharing information once surveyed has led to early recognition of the need for a Geomatics infrastructure.
For many, it is somewhat foreign to think about geographic information out of context of its content, and this has caused some difficulty with the acceptance of Geomatics. Yet when we think of disciplines such as Thermodynamics, we also have generalized properties and structure or behaviour, disconnected from the application to a steam turbine or the behaviour of a water column. Similarly, the theories developed by Tienstra and Baarda as well as Hotine were generalizations disconnected from the specifics of the actual surveys. Furthermore, it should be remembered that Thermodynamics did not create the steam engine. But Thermodynamics lets us design better and different steam engines. Similarly, the early GIS systems were developed mostly on the basis of technical capability with very little theoretical foundation. I hope we have now learned enough to know that further effective development will depend in large part on our ability to create a theory of geographic information, of its intrinsic character and structure and how that affects data capture, classification, use etcetera as well as recognition that the emphasis on quantitative analytical processes in GIS is inadequate for the full exploitation of the technology which should aim at the optimal use of geographic information once collected and thus, public access to government geographic information databases.

Some Observation on the Limitations of Current GIS Technology

By and large, GIS development has ignored an extremely important dimension namely the intellectual (cognitive) interaction between map reader and map as an efficient qualitative analytical process. In the GIS environment, management of the information is achieved by the decomposition of the information into elementary units that can be recombined through a variety of quantitative analytical models under control of the user.

Present GIS capabilities are a logical consequence of the so-called quantitative revolution mentioned before. It took place in Geography when electronic computing power was deployed on statistical geographical information in the early and mid 1960's. The speed by which optimization models could be computed was such that in comparison the production of high quality maps seemed Neanderthal. As a consequence, map use lost a great deal of credibility with geographers while they made do with the primitive outputs of such statistical graphics packages as SYMAP. Today's GIS capabilities are really extensions of this philosophy. They have become quantitative analytical systems supported by graphics. This misses the point of the extremely rich, creative, and cognitive interaction of a map reader with a map or a set of maps. In an electronic environment, this can be a very efficient tool in understanding geographic space and in gaining efficient access to and use of geographic information resident in multiple sources.

A New Role for Maps and Atlases

The reaction from the world of cartography was a serious attempt to better understand the character and process of this resonance between map reader and map. Some fine research has been published on this but apparently it did not find its way yet into cartographic practice and certainly not into GIS practice. In the design of the Electronic Atlas of Canada (EA) however, we have always maintained the cognitive strength in the system's design criteria. Based on this we extended the functions needed by the map reader to browse through the map material, make visual spatial correlations and, qualitatively, detect geographic patterns of interest. This EA also contains references to directories of the geographic data sources and thus supports efficient access to source information for GIS applications to carry out subsequent quantitative analysis for example. The definition of Geomatics makes reference to "...infrastructure to support the optimal utilization of the geo-information". Therefore, as a tool for efficient and well-informed reference to source information an Electronic Atlas becomes an integral part of the Geomatics infrastructure, and thereby gives new significance to national atlases.

The panacea is not GIS by itself. To my knowledge, panacea's do not exist. An effective solution, however, would be to let GIS as an analytical tool supported by graphics be complemented by Electronic Atlases with high quality cartographics that allow visual correlation and discovery of patterns (qualitative analysis). It is immaterial if these capabilities will be resident in one system. The significance is that we must keep both qualitative and quantitative components in mind when the optimal exploitation of the technology and of geographic information is being discussed.
Clearly much research needs to be done to understand better the cognitive processes involved in qualitative map reading. Also the terminology of data, information, and knowledge at various levels of abstraction needs to be more carefully applied if a more subtle understanding of the use of maps in an electronic environment is to be achieved in the interest of designing better systems. This research seems less attractive than the quantitative (GIS) area because that has an aura of mathematical precision while the former is much fuzzier and tactile even as systematic research from which the results are difficult to quantify.

Geodesists in Geomatics

So where does this leave us with the idea that dutch educated geodesists are so well placed to fulfil leadership positions in designing and implementing a Geomatics Infrastructure. It should be remembered that most Geodesists work in functions where they contribute to the establishment of infrastructure. So in that respect, it would be in the nature of their business to say that they should be able to contribute to the Geomatics Infrastructure of the country, a province, a city or an organization where geographic information management is a significant activity. There are, however, also other reasons. First, they have a very mathematical methodological education with a strong sense for the stochastic nature of observed material. As all geographic information is "surveyed" and therefore affected by stochastic behaviour, that aspect of a geodetic education is very useful.
Second, they are well educated in aspects of civil and land development law. Access to and use of geographic information is full of legal problems from copyright to licensing to privacy to liability considerations. I don't expect that geodesists would be the legal specialists who solve these problems but they can bridge the gap between the lawyers and systems developers and users of information. That is an important function in infrastructure development, not unlike the role fulfilled by the geodetic engineer in land reallotment projects in the Netherlands.
Thirdly, almost all aspects of access to and use of geographic information have

economic implications such as how much confidence do I have in a decision based on some kind of GIS process? This means providing scientific leadership to linking uncertainties in databases to uncertainties in the mathematical models used, to the cost impacts of the decisions. In land reallotment, this balancing act is taught at Delft but could be extended to include other economic aspects of Geomatics.
All this leads to the conclusion that if I had to design a Geomatics MSc program, I would get quite close to what Delft Geodesy offers with possibly some modifications and linkages to other universities to fill the missing pieces in economics and certain aspects of law.

The Challenge

All this is of course seen from a Canadian perspective where the need for the establishment of Geomatics and of Geomatics Infrastructures has been recognized for some time. This is reflected in such things as the Inter Agency Committee on Geomatics in the federal government of Canada, which provides leadership to Geomatics and related infrastructure development at the federal level. There is a Geomatics Council which advises the Minister responsible for the national surveys and mapping program. It is composed of four key advisory committees, namely on National Surveys and Mapping (including Cadastre), on Remote Sensing, on the National Atlas of Canada and on Geographical Names all of which are recognized to be key elements to geomatics development. At the federal-provincial level there is the Canadian Council on Geomatics which governs coordination of federal and provincial activities, particularly to achieve the multiple use and sharing of geo-information once it has been surveyed by either federal or provincial agencies. Finally, there is the Geomatics Industry Association of Canada, which grew out of the Canadian Association of Aerial Surveyors in recognition of the broader scope of private sector companies that contribute to surveying and mapping in a Geomatics context.
But, for Dutch geodesists to make their contribution to Geomatics development in the Netherlands they must first help create institutional recognition of the geomatics concept, under whatever name you may wish to let it masquerade. Once this support for the concept begins to grow the question is, which organization should take the lead role in its development? Rijkswaterstaat, Kadaster, Topografische Dienst?
I felt that most of these organizations are applying digital technology to accelerate conventional processes without giving too much thought to the "information character" of their work. There also does not seem to be much recognition for the fact that all these organizations are in the "information business". This to me was surprising because there is some very good dutch

literature dealing with the "informatie maatschappij" that suggests how important this perspective is. What is really at stake is the optimal and multiple use of geographic information that is mostly resident in government data banks at all levels. At the federal level in Canada, a study in which I was involved personally estimated that $ 750,000,000 per year is spent on surveys of all kinds and on the subsequent storage and management of this information. Surely, in an information economy, it would be a good investment to consider a geo-information infrastructure that promotes easy access to and use of this information for all sorts of economic and social development decision making, environmental assessment, public education etcetera. Electronic private sector publishing industries could grow around the commercial value added use of this information.
To be sure, some hesitant and as yet not very influential (at the political level) voices are beginning to be heard. The "Nederlandse commissie voor Geodesie" under leadership of Professor Rummel has set up some working groups to study some of these issues and particularly the development of a theory on Geographic Information. Professor Molenaar is taking a lead role in this not just nationally but also internationally, Professor Burrough has created Nederlands Expertise Centrum voor Ruimtelijke Informatieverwerking (NexpRI) which is a typical infrastructural entity.
But, from my rather superficial view in recent years I would suggest that a process of developing recognition for the geomatics concept as it would apply in the Netherlands ought to be set in motion. Obviously the key players are Kadaster, Rijkswaterstaat, Topografische Dienst, Planologische Dienst, the Geodesy Department of Delft, Geography Department of Utrecht, Molenaar's group in Wageningen, as well as ITC. Out of this should grow a recognition that the optimal use of information in the country cannot take place if these organizations continue to work more or less in isolation. Some consensus needs to be developed on what would constitute a geomatics infrastructure for the Netherlands.
This is, in my view, the kind of challenge you need to focus on at the occasion of Snellius' 50th birthday. I am sure that at first instance, Snellius' contemporaries thought that he was a bit off-beat when he announced that he could measure the distance between Bergen op Zoom and Alkmaar indirectly by measuring linked triangles and a base line. We all know the result of his vision and we should take courage in that. We are in a similar position in trying to formulate the concept of geomatics and geomatics infrastructure and that, to me is one of the major challenges of the new generation of geodesists, geographers and cartographers. How are you going to manage your increasingly complex society if the geographic information you need to do so is inaccessible and cannot be used efficiently and electronically in the widest possible set of applications from the development of public policy, to environmental monitoring to public education in the broadest sense?

Conclusion

If, today, someone chose to study Geodesy because he or she likes to be outdoors to survey (as I did in 1957!), I am afraid that that individual will be disappointed upon graduation. If, on the other hand you believe in the importance of geographic information (as I would now!), and you have benefitted from the well structured educational opportunity in Delft (Geodesy), then there are many fine and challenging career opportunities, as long as you don't present yourself as a geodetic surveyor. Have courage and call yourself a Geomatician or even better a Geomagician. At least a credible prospective employer will ask: "Geomatician; what is that?". That will open doors to many exciting challenges in government, modern education institutions and the newly developing private sector which is in the business of value added products and services in the field of geographic information use.

Happy Birthday Snellius, the next generation will do you proud!

References

(1) Paradis, Michel; De l'arpentage à la géomatique, Canadian Surveyor, September 1981.
(2) Groot, Richard; Geomatics: a key to country development, ITC Journal, 1987-4.
(3) Brand, Stewart; The Media Lab, Inventing the Future at MIT, Penguin Books, 1988.
(4) Groot, Richard; Geintegreerde topografische kaartproductie; een oud concept in een nieuwe technische omgeving, Kartografisch tijdschrift, 1988, XIV, 3.
(5) Groot, Richard; Meeting Education Requirements in Geomatics; Proceedings of Conference: Challenge for the 1990's GIS, Ottawa, February 22-March 3, 1989.
(6) Pool, Ithiel do Sola; Technologies of Freedom: On Free Speech in the Electronic Age, Cambridge, Harvard, 1983.

AARDKORSTBEWEGINGEN IN ZUID-WEST DUITSLAND?

Prof.ir. J. van Mierlo

Inleiding

Ik heb erg lang getwijfeld met het schrijven van een bijdrage voor het Snellius-lustrumboek 1985-1990. In 1955 heb ik als student aan de Kanaalweg 4 mijn eerste Snelliuslustrum gevierd. Het was een geslaagd en stijlvol feest met natuurlijk een Snellius lustrumboek. In het lustrumboek 1950-1955 waren vele bijdragen opgenomen van oud-Snelliusleden die over landmeetkundige ervaringen in het buitenland schreven. Destijds heb ik die verslagen met zeer veel interesse gelezen. In die tijd was de 'rimboe-richting' de meest populaire studierichting voor geodesiestudenten. Wat van de wereld zien en in het buitenland werken was voor vele studenten een droom.

Sinds de dag van de arbeid in 1979 werk ik zelf in het buitenland en word nu als 'buitenlander' gevraagd een bijdrage te leveren voor dit lustrumboek 1985-1990. Ik hoop met dit schrijven belangstelling te wekken voor de rol die een geodeet kan spelen bij geodynamisch onderzoek.

Het zuidwesten van Duitsland is één van de interessantste gebieden in centraal Europa voor geodynamische onderzoekingen. Daar Karlsruhe zelf in het zuiden van West-Duitsland is gelegen en bovendien alle geo-disciplines aan de universiteit van Karlsruhe vertegenwoordigd zijn, heeft de "Deutsche Forschungs-gemeinschaft" verder DFG genoemd, (analogon Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek), de universiteit Karlsruhe verzocht om een geodynamisch onderzoek te starten. Dit onderzoeksproject draagt de naam "Spannung und Spannungsumwandlung in der Lithosphäre". Het onderzoek is niet beperkt

tot Duitsland. Het geodetische instituut van de universiteit Karlsruhe heeft zijn onderzoeksgebied tot nu toe beperkt tot het zuidelijk deel van West Duitsland. In de komende jaren zal, mede door de mogelijkheden die GPS-metingen bieden, in het oostelijk deel van de Alpen een geodetische bijdrage aan het SFB-project geleverd worden.

De geodetische bijdrage aan het onderzoeksproject "spanning en spanningsomzetting in de lithosfeer" zijn tot nu toe beperkt tot de meting, de uitwerking en interpretatie van geodetische netwerken die speciaal voor dit onderzoek zijn aangelegd. Bovendien werd de analyse en geodynamische interpretatie van de herhaalde nauwkeurigheidswaterpassing in Zuid-West-Duitsland uitgevoerd.

Aspecten bij de analyse

Over de analyse van deformatiemetingen is zeer veel gepubliceerd. Er is op dit gebied ook veel software ontwikkeld en wel voor 1-, 2- of 3-dimensionale geodetische netten. Veelal zijn de aannamen of modellen die daarin zijn gebruikt niet voldoende gedocumenteerd, of naar kennis van de gebruiker niet goed genoeg voor zijn deformatieprobleem. Zo is aan het geodetische instituut van de universiteit Karlsruhe met studenten en medewerkers ook een softwarepakket ontwikkeld voor de analyse van 1-, 2- of 3-dimensionale netten. Het is goed gedocumenteerd en de ervaringen die er tot nu toe mee zijn opgedaan zijn bevredigend. Misschien zijn de gemaakte aannamen naar de Delftse geodetische filosofie voor discussie vatbaar. Ik zal proberen dit enigszins te verklaren.

Bij deformatiemetingen heeft men meestal te doen met zogenaamde vrije netten, dat wil zeggen netten zonder aansluitingspunten. Aangenomen wordt, dat met een afstandmeter lengten, eventueel ook richtingen, in het deformatienet gemeten worden.
Volgens de Delftse School kiest men dan een schrankingsbasis die uit twee punten bestaat. Immers men heeft met lengtegetalmeting te doen. De vorm van het net wordt bepaald. Hoeken en lengteverhoudingen zijn invariant met betrekking tot de keuze van deze schrankingsbasis! Hoewel in principe hier niets tegen in valt te brengen, is het erg moeilijk, geodeten van deze werkwijze te overtuigen die niet in Delft gestudeerd hebben.
Wat is het geval?

Ten eerste zal men niet twee maar alle punten van het vrije net als schrankingsbasis kiezen. Dit is natuurlijk ook een keuze maar heeft als voordeel dat, bij identieke benaderde waarden voor de coördinaten, 'alle' vereffeningsprogramma's dezelfde coördinaten en dezelfde covariantiematrix opleveren. De standaardellip-

sen van de coördinaten worden als het ware over alle punten van het net 'uitgesmeerd'.
Deze oplossing heeft de eigenschap, dat de som van de varianties van alle coördinaten minimaal is. Men kan deze oplossing ook verkrijgen door de coördinaten, die gedefinieerd zijn door een schrankingsbasis van twee punten, met een overbepaalde gelijkvormigheidstransformatie naar de benaderde coördinaten te transformeren. De covariantiematrix der coördinaten kan in principe door een schrankingstransformatie op meerdere punten berekend worden. Deze werkwijze is in Delft in enkele gevallen uitgevoerd. Ik denk hierbij aan het proefveld in de Flevopolder, dat nu weer gebruikt wordt voor fotogrammetrische experimenten.

Ten tweede zal men, zodra er in een vrij net 'afstanden' gemeten zijn, deze afstanden als lengten interpreteren. Dit heeft als gevolg dat bij de vereffening volgens het tweede standaardvraagstuk de schaalfactor als onbekende ontbreekt. In het schrankingsstelsel met twee basispunten zijn bijvoorbeeld de coördinaten van een basispunt niet stochastisch en de coördinaten van het andere basispunt stochastisch afhankelijk! Om deze reden worden onder andere niet twee maar alle punten van het net als basispunten gekozen. De covariantiematrix bezit dan ook weer minimale spoor en bij gebruikmaking van dezelfde benaderde waarden voor de coördinaten krijgt 'iedereen' dezelfde resultaten.
De oplossing met een schrankingsbasis van twee punten (zonder schaalfactor) kan men natuurlijk ook in bovengenoemde 'minimum spooroplossing' transformeren. Nu zijn de lengten, de hoeken en de lengteverhoudingen invariant met betrekking tot de keuze van de schrankingsbasis.
Het is in Duitsland gebruikelijk vrije netten met afstanden te vereffenen zonder invoering van een schaalfactor en de schrankingsbasis over alle punten van het net uit te breiden.

In geval men geen informatie heeft over (eventuele) deformaties zal men bij een deformatienet een homogene precisie van de coördinaten nastreven. Dit geldt natuurlijk ook voor de betrouwbaarheid van de waarnemingen en de coördinaten. Voor het geval er een deformatiemodel of hypothese bekend is, kan de geodeet bij het ontwerpen van een deformatienet hiermee rekening houden. Immers het doel van deformatiemetingen is de ontwikkeling van hypothesen of deformatiemodellen, of de bevestiging of verwerping van aangenomen modellen. Men mag niet uit het oog verliezen dat de coördinaten maar hulpmiddelen zijn en geen doel op zich.

Vereffening van een vrij net

Het is algemeen bekend, dat bij de vereffening van een vrij net de matrix van de

normaalvergelijkingen singulier wordt als men met het tweede standaardvraagstuk als parameter àlle coördinaten kiest. De zogenaamde translatieparameter(s) kunnen zonder een operationele definitie van het coördinatensysteem niet geschat worden. De plaats, schaal en oriëntering van het coördinatensysteem moeten worden gedefinieerd. Het zogenaamde defect van de normaalvergelijkingenmatrix hangt van deze definities af. De singulariteit kan men heel eenvoudig opheffen door de matrix van de normaalvergelijkingen te randen (te vergroten) met rijen en kolommen die operationeel het coördinatensysteem definiëren.
Had men bijvoorbeeld in een 2-dimensionaal net een schrankingsbasis gekozen van twee basispunten, zoals gebruikelijk is in Delft, dan is de matrix van de normaalvergelijkingen regulier, immers het coördinatensysteem is gedefinieerd. Vergelijkt men nu de orde van deze matrix met de hierboven genoemde gerande matrix, dan ziet men dat de orde van de gerande matrix hoogstens 8 meer bedraagt. Het argument dat men nu een matrix moet inverteren die 8 (of 7) rijen en kolommen meer bezit als de direct opgestelde reguliere matrix der normaalvergelijkingen, is niet meer steekhoudend.

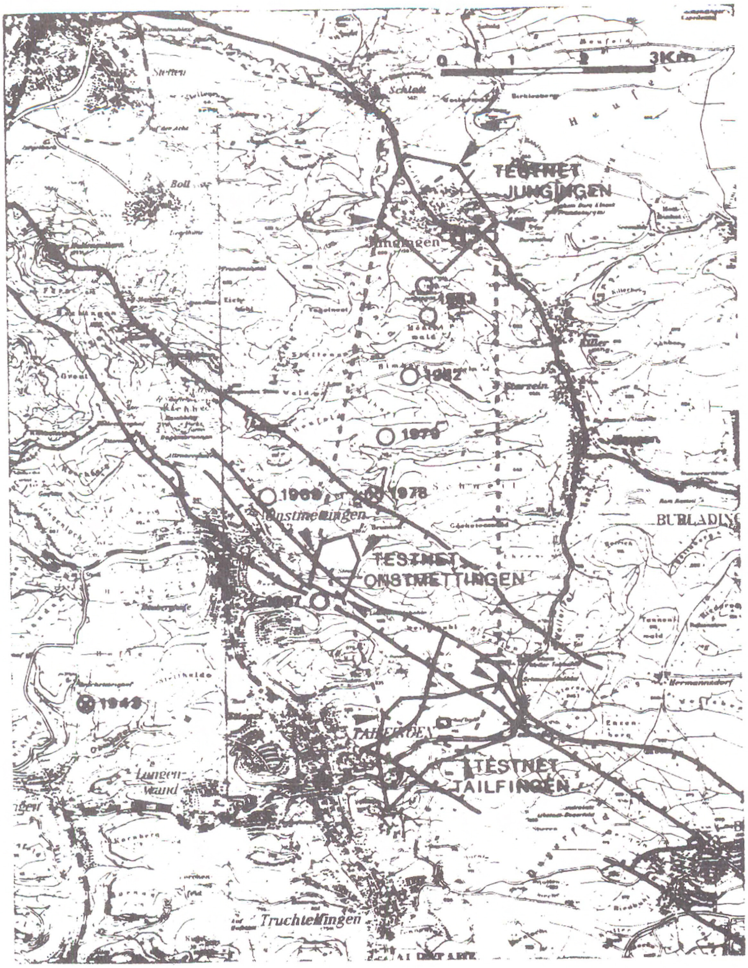
De ontwikkelingen op het gebied van de computertechniek zijn van dien aard dat een paar rijen meer of minder bij de inverse van een symmetrische matrix geen rol meer speelt. Wat wel belangrijk is, is dat de operationele definitie van het coördinatensysteem vermeld wordt. Bij vrije netten geef ik momenteel de voorkeur aan de minimum spooroplossing, al of niet met een schaalonbekende. Wat de standaardellipsen betreft, ziet men dat ze aan de rand van het net toenemen.

Bij de analyse van deformatiemetingen met behulp van geodetische netten wordt vaak een eventuele vervorming van deelnetten onderzocht. De covariantiematrix van de coördinaten van zo'n deelnet moet singulier zijn. Anders gezegd, een schrankingsbasis van twee punten moet in dit deelnet liggen. De covariantiematrix van de coördinaten van het deelnet, die ontleend wordt uit de 'minimum spoor' covariantiematrix van het totale net is regulier. Deze matrix kan in principe door een schrankingstransformatie singulier gemaakt worden, waardoor een analyse betreffende een eventuele vervorming van het deelnet mogelijk wordt. Hoe een dergelijke transformatie praktisch gerealiseerd wordt, is secundair. Het spoor van de singuliere covariantiematrix van de coördinaten van het deelnet kan ook minimaal gemaakt worden. Deze weg werd bij de softwareontwikkeling in Karlsruhe gekozen.

Problemen bij metingen en analyse

In een seismisch actief gebied ten zuiden van Stuttgart zijn drie geodynamische

netten aangelegd (zie. figuur 1). De geologen verwachten daar door spanningsveranderingen in de lithosfeer, deformaties aan de aardoppervlakte. De punten van deze drie netten werden samen met geologen uitgezocht. Een directe zichtverbinding tussen voldoende punten was noodzakelijk om een net te kunnen ontwerpen dat betrouwbaar is en een homogene precisie oplevert. Een model, dat de verwachte aardkorstbewegingen beschrijft, was niet voorhanden of niet goed genoeg. Van de geodeten werd verwacht door herhalingsmetingen aardbewegingen op te sporen en daarna gemeenschappelijk te modelleren.



Figuur 1

Daar de verwachte veranderingen in de coördinaten in de orde van grootte van enkele millimeters lagen, moesten meet- en vereffeningsmethoden zorgvuldig getest worden. Systematische fouten ofwel modelfouten moeten opgespoord of geëlimineerd worden, opdat de interpretatie van de uitgewerkte meetuitkomsten niet tot foutieve hypothesen of modellen zal leiden. De betrouwbaarheid van de metingen is van het allergrootste belang. Het spreekt min of meer vanzelf, dat bestaande statistische toetsen, zoals data-snooping volgens Baarda of de tau-toets van Pope bij de analyse van de metingen gebruikt werden. Absolute zekerheid dat er geen fouten in de metingen meer aanwezig zijn, geven deze 'uitbijtertoetsen'-toetsen niet.

Om deze reden wordt momenteel ervaring opgedaan met de zogenaamde robuuste toetsmethoden die minder gevoelig zijn betreffende de aanname van het stochastische- of functionele model. Ook hier geldt: geen absolute zekerheid, hiermee moet men altijd rekening houden. De ervaring die tot nu toe is opgedaan met de robuuste toetsmethoden is hoopgevend. Een maat voor de betrouwbaarheid mankeert echter nog.

De metingen werden uitgevoerd met de mekometer ME3000 en een geomensor. Sinds anderhalf jaar worden de lengtegetallen gemeten met de mekometer ME5000. Ik schrijf hier lengtegetallen en geen lengten! Sinds enkele jaren worden lengteverhoudingen gemeten. De omschakeling van lengten op lengteverhoudingen was mogelijk nadat enige experimenten aangetoond hadden, dat de schaal toch niet zo constant was als velen gehoopt hadden. Immers de gemeten lengtegetallen moeten worden gecorrigeerd voor temperatuur, luchtdruk en vochtigheid. De schaal wordt mede door deze meteo-waarnemingen bepaald. Een onzekerheid betreffende de juistheid van deze reducties kan men elimineren door geen lengten maar lengteverhoudingen te meten. Het meetproces werd afgestemd op het meten van lengteverhoudingen. De bestaande software moest worden aangepast. Het meten van lengteverhoudingen kost weliswaar iets meer tijd, maar gezien het gestelde doel was dit te verantwoorden. Men moet bedenken, dat alle punten van de drie netten met zeer solide pijlers verzekerd waren en de dwangcentrering 100% was.

De drie geodynamische netten in de Hohenzollern Graben konden door directe meting niet met elkaar verbonden worden. Er is nu een verbinding tot stand gebracht met GPS. Natuurlijk is de precisie van GPS niet vergelijkbaar met de precisie van de mekometermetingen, maar als de deformaties in de toekomst een orde van grootte bereiken, die met GPS meetbaar is, dan doen deze huidige GPS-metingen dienst als nulmeting. Bovendien zijn GPS-punten buiten het eigenlijke actieve seismische gebied extra gemeten.

Alle pijlers van de deformatienetten zijn door waterpassing of gelijktijdige trigonometrische hoogtemeting in hoogten vastgelegd. Een mogelijke hellingsverandering van alle pijlers wordt regelmatig met waterpassing onderzocht, teneinde te kunnen vaststellen of deze beweging mogelijk door andere oorzaken tot stand is gekomen, bijvoorbeeld een hellingsafschuiving.

De zwaartekracht kan door een spanningsverandering in de lithosfeer ook veranderen. In het te onderzoeken gebied is dan ook een gravimeternet aangelegd, teneinde zwaartekrachtsveranderingen misschien in de toekomst te kunnen vaststellen. Zelfs de 'absolute' zwaartekracht werd in het onderzoeksgebied op drie stations gemeten en verbonden met het gravimeternet. Verwacht wordt, dat de veranderingen zo klein zijn, dat ze nu nog niet meetbaar zijn. Nu niet, maar als men lang genoeg kan wachten, kunnen deze zwaartekrachtmetingen een bijdrage leveren voor geodynamisch onderzoek in de Hohenzollern.

Resultaten?

Kunnen de uitgevoerde metingen een bijdrage leveren bij de modelvorming van geodynamische processen in de lithosfeer? In principe zijn de coördinaatverschillen, die door herhalingsmetingen zijn verkregen, de elementen die de geodeet ter beschikking staan. Een geofysicus of geoloog kan hiermee weinig beginnen. Daar er een verband bestaat tussen spanningsverandering en de vervorming van een object in ruime zin, is de geofysicus geïnteresseerd in de zogenaamde straintensor. Het is dan ook de opgave van de geodeet de elementen van deze straintensor te leveren. De geofysicus of geoloog kan hiermee dan de spanningstensor(en) berekenen en daarmee een dieper inzicht in de geodynamische processen verkrijgen.

Het doel van de analyse van de deformatiemetingen in de Hohenzollern was de berekening van de elementen van de straintensor. Doordat lengteverhoudingen gemeten waren, konden 'absolute' lengteveranderingen niet vastgesteld worden. Wel bijvoorbeeld een 'Scherung' (Duits) of schranking van een net en het verschil van relatieve lengteveranderingen in vastgelegde richtingen.
Er werd een methode ontwikkeld, die het mogelijk maakte de elementen van de straintensor te berekenen voor willekeurige 'finite' elementen van het net. Deze finite elementen kunnen bijvoorbeeld driehoeken, vierhoeken of veelhoeken zijn. De berekende elementen worden getoetst of ze significant zijn en daarna grafisch afgebeeld. Met deze methode zijn de drie geodynamische netten geanalyseerd, nadat mogelijk modelfouten opgespoord of geëlimineerd zijn.

Het resultaat van de uitgevoerde analyses was een beetje teleurstellend. Aan de

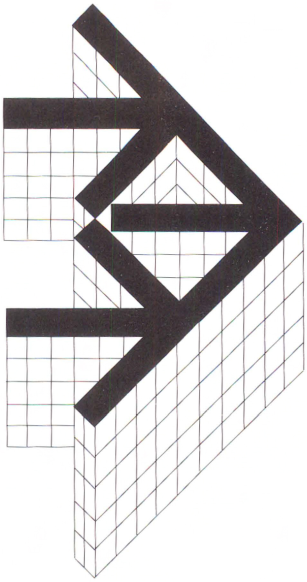
aardoppervlakte zijn deformaties ten gevolge van spanningsveranderingen nog slecht meetbaar. We zullen nog vele jaren geduld moeten uitoefenen. Wel kan gezegd worden, dat de metingen in de loop der jaren onderling zo weinig verschilden, dat de precisie van de coördinaten hiermee in overeenstemming is.

Een lichtpuntje is er toch nog. In een net zijn significante vervormingen voor het eerst vastgesteld. De nu geplande metingen moeten dit verschijnsel nog bevestigen. Eerst dan kan een voorzichtige conclusie getrokken worden.

Conclusie

In deze bijdrage heb ik bewust formules achterwege gelaten. Zo zonder formules klinkt alles misschien erg eenvoudig of niet. Verschillende toetsprocedures moesten nieuw ontwikkeld worden, om deze analyses überhaupt mogelijk te maken. Men kan zich ook wel voorstellen dat met dit onderzoek veel geld is gepaard. In Duitsland wordt veel geld geïnvesteerd in onderzoek dat 'geo'-georiënteerd is en daarom zijn dergelijke projecten hier mogelijk. In Karlsruhe is een unieke gelegenheid ontstaan, die samenwerking met andere geocollega's ten doel had.
In het onderzoeksgebied Hohenzollern zijn geodynamische netten gemeten, die nu misschien nog niet, maar later uitsluitsel kunnen geven over spanningsomzettingen aan de aardoppervlakte.

KV + Van Alphen is een zelfstandig informatica adviesbureau

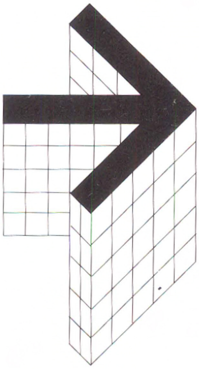


Binnen het bureau werken deskundigen op het gebied van organisatie, informatie en automatisering nauw samen.

Ons dienstenpakket bestaat uit advisering, systeemontwikkeling en standaard software produkten.
Hierbij hanteren wij eigen methoden en technieken, die snel tot een resultaat leiden.
De ontwikkeling van vastgoed- en milieusystemen, afgestemd op de informatiebehoefte is onze socialiteit.

Wij zijn werkzaam op het gebied van ruimtelijke ordening, openbare werken, milieuhygiëne, volkshuisvesting, grondbedrijf, nutsvoorziening en belastingheffing.

Met onze op resultaat gerichte aanpak kunnen wij u helpen met het leggen van een goed gefundeerde basis voor uw informatievoorziening.



KV + VAN ALPHEN
informatica adviseurs

Pelmolenlaan 16 c
3447 GW Woerden
Telefoon (03480) 25151
Fax (03480) 25296

Even voorstellen...

Poelstra Data Management Consultants BV (PDMC) houdt zich bezig met advisering en projectmanagement op het gebied van de vastgoedinformatie. Vooral het verzamelen, verwerken en presenteren van plaatsgebonden gegevens heeft onze nadrukkelijke belangstelling.

PDMC is actief betrokken bij een aantal innovatieve projecten op het gebied van landmeetkunde en geodesie, met speciale accenten op: digitale data acquisitie en verwerking, beeldbewerking en computer kartografie.

Daarbij is er steeds een duidelijke applicatie gerichtheid, ook bij de langer durende projecten. Productontwikkeling en kennisoverdracht gaan hier hand in hand.

Poelstra
Data
Management
Consultants BV

Helvoirtseweg 146
Postbus 321 5260 AH Vught
Tel.: 073-579140
Fax: 073-569356

TOPCON

Topcon Europe B.V., opgericht in 1970 en gevestigd in Nederland, heeft al bijna 60 jaar ervaring met de productie van landmeetkundige apparatuur.

EEN FOUT PLANT ZICH VOORT...

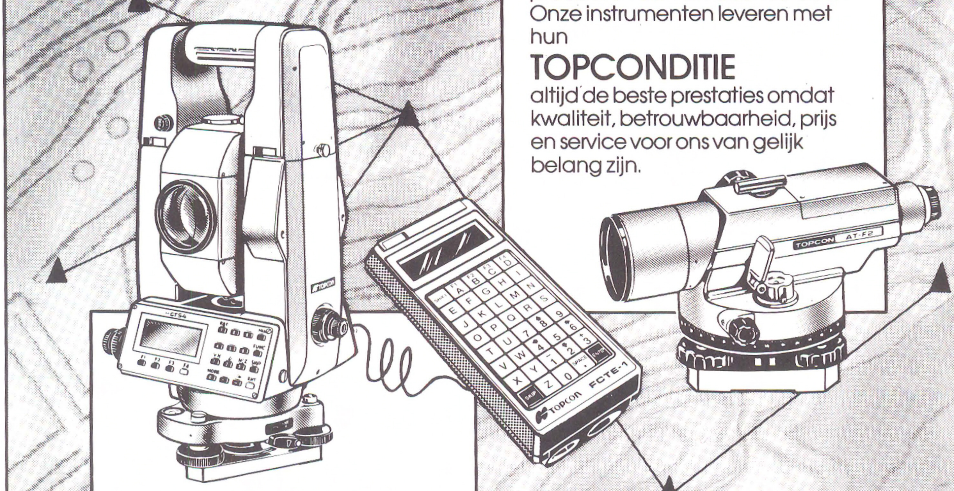
Iedere landmeter weet het. Fouten planten zich voort. Logisch dus dat u kwaliteitsapparatuur eist waar u op kunt vertrouwen. U hoeft echter geen

TOPCONFERENTIE

te houden om te beslissen wiens producten aan uw eisen voldoen. Onze instrumenten leveren met hun

TOPCONDITIE

altijd de beste prestaties omdat kwaliteit, betrouwbaarheid, prijs en service voor ons van gelijk belang zijn.



Via een uitgebreide dealer organisatie leveren wij o.a. waterpasinstrumenten en digitale theodolieten toegesneden op uw nauwkeurigheidseisen. Lasertechniek wordt door ons toegepast in o.a. levels en theodolieten.

Als eerste introduceerde Topcon de compacte electronische tachymeter. Nu, na tien jaar ervaring, heeft Topcon de meest moderne tachymeters die samen met speciaal ontwikkelde software de eisen van deze tijd kunnen weerstaan.

Topcon Europe staat ook in Nederland voor u klaar om u adequaat te helpen. Bel voor dealerlijst en informatie naar ons kantoor.

TOPCON

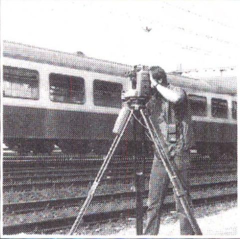
TOPCON EUROPE B.V.
Essebaan 11
2908 LJ CAPELLE A/D IJSSEL
TEL : 010 - 4.58.50.77.
TLX : 23783
FAX: 010 - 4.58.50.45.

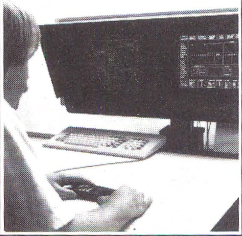
Voor de ingenieurs van 'Oranjewoud' zijn geodesie, vastgoedinformatie en grondzaken bekend terrein

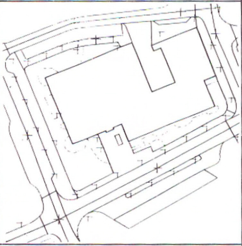
Ingenieursbureau 'Oranjewoud' houdt zich actief bezig met de inrichting, reconstructie en instandhouding van stad en land.
Jaarlijks voeren de ruim 1000 hooggekwalificeerde medewerkers zo'n 3500 projecten uit.

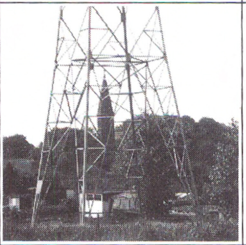
Op de gebieden geodesie, vastgoedinformatie en grondzaken werken ruim 150 mensen.
Zij werken voor opdrachtgevers als het kadaster, diverse andere rijksdiensten, waterschappen en gemeenten.
Ook nutsbedrijven, industriële- en aannemingsbedrijven, oliemaatschappijen, de Gasunie en de NS maken van onze diensten gebruik.

Meten is weten is het credo bij fotogrammetrie, vastgoedregistratie, (digitale) kaartvervaardiging, leidingenregistratie, traceren van kabels en leidingen, hydrografie en al die andere activiteiten waarmee 'Oranjewoud' zijn sporen al ruimschoots heeft verdiend.

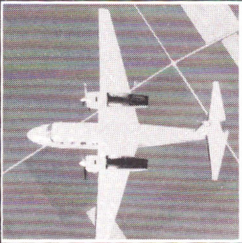

1

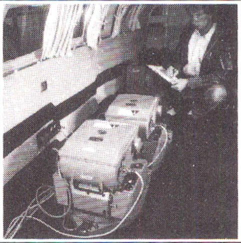

2


3


4

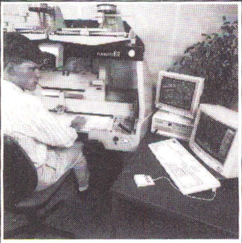
oranjewoud fotodata bestrijkt het volledige fotogrammetrische traject ten behoeve van de topografische kaartering en -inventarisatie Een volledige integratie van luchtkaarteringen en terrestrische methoden is hiermee bereikt.
Alles onder één dak.

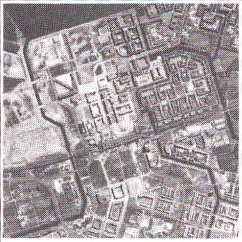

5


6

1 Veldwerk GBKN
2 Geautomatiseerde kaartvervaardiging
3 Fragment beheerkaart
4 Schaderegelingen en grondzaken

5/6 De tweemotorige Aero Commanders zijn uitgerust met de meest moderne camerasystemen voor luchtopnames van zeer hoge kwaliteit
7 Stereo-uitwerkingsinstrument voor digitale kaartering
8 Opname ten behoeve van GBKN-vervaardiging (opname Almere)


7


8

oranjewoud

Hoofdkantoor/District Noord-Nederland: Kon. Wilhelminaweg 1, Postbus 24, 8440 AA Heerenveen, tel. 05130-34567
District Midden-Nederland: Wisselweg 1, Postbus 10044, 1301 AA Almere-Stad, tel. 03240-96411
District Zuid-Oost Nederland: Beneluxweg 7, Postbus 40, 4900 AA Oosterhout, tel. 01620-87000
District Zuid-West Nederland: Marconistraat 16, Postbus 6549, 3002 AM Rotterdam, tel. 010-4255277
Milieutechnologie en -laboratoria: Driehuizerkerkweg 138, Driehuis, Postbus 439, 1970 AK IJmuiden, tel. 02550-34734

MECANORMA

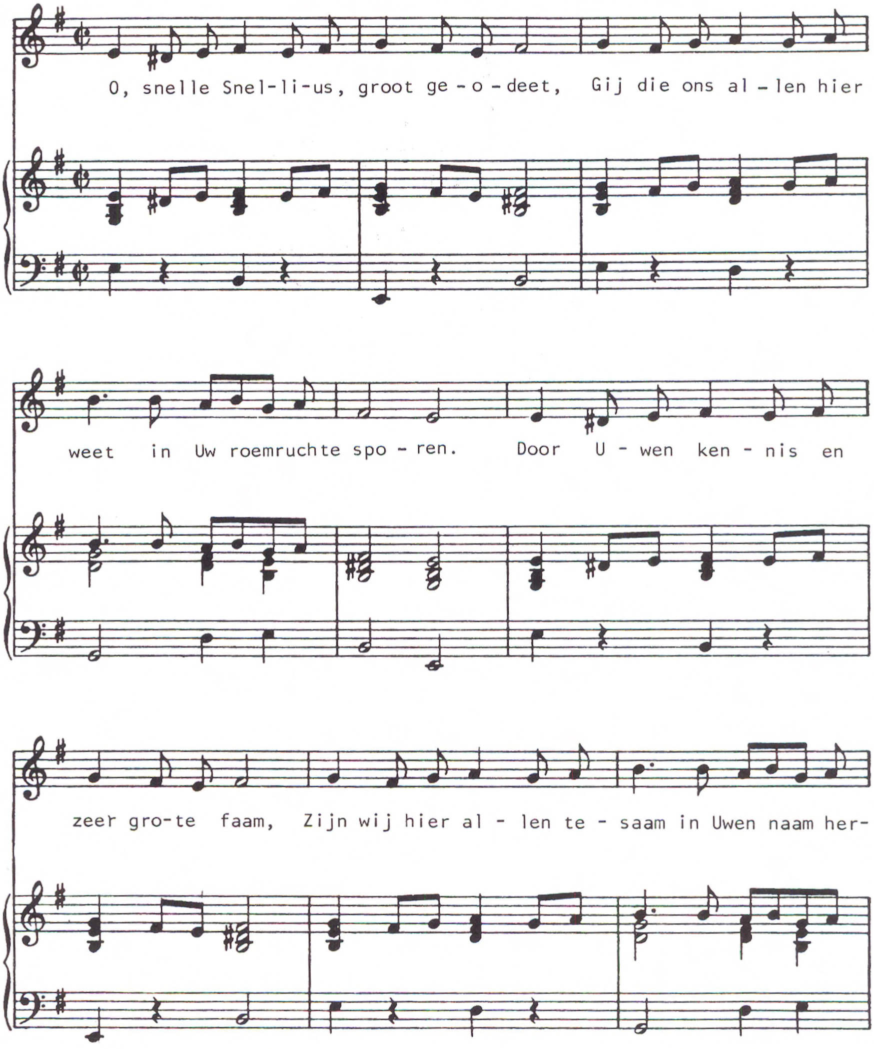
IMPORTEUR
NEDERLAND
O.HARRIS
ALMERE
TEL. 03240-20064
FAX 03240-21364

VOOR PERFEKTE
TEKENMATERIALEN

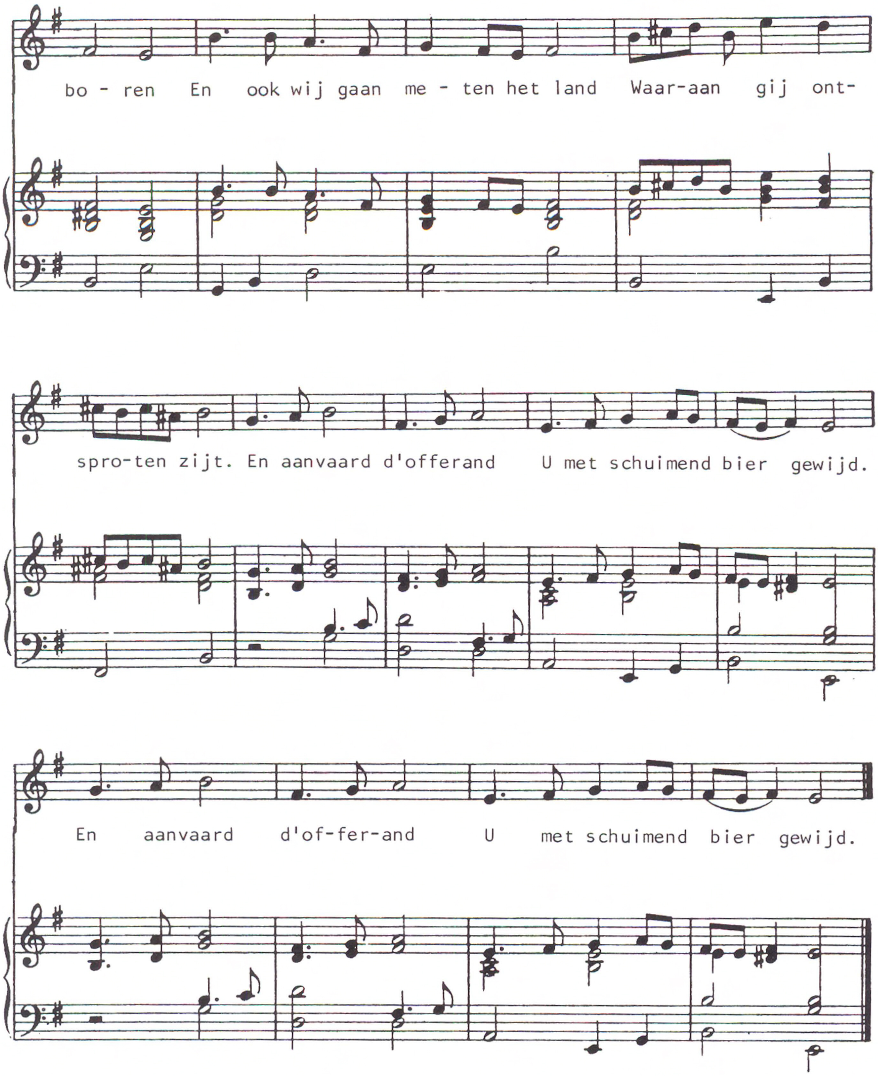
VERKRIJGBAAR BIJ
UW VAKHANDELAAR

SNELLIUS DEEL
1985 - 1990

SNELLIUS-LIED



met pianobegeleiding



ERELEDEN

Ir. G. Homan
Prof. J.M. Tienstra †
Prof. R. Roelofs †
J.W. ter Schiphorst
N.D. Haasbroek †
Prof.ir. W. Baarda
Mr. J.H. Jonas †
Prof.ir. G.F. de Witt
Prof.ir. G.J. Bruins
Prof.mr. P. de Haan
H.C. van der Hoek
A. Bruining
D. Gast
Prof.dr.ir. G.H. Ligterink
Prof.ir. J.C. de Munck
Prof.dr. G.J.C. Bots

BESTUUR VAN HET LANDMEETKUNDIG GEZELSCHAP "SNELLIUS"

R.J. Valten
M.W. Schram
A.M. de Muynck
A. Ooms
P.A. Molenaar
P.A.M. Looman

IN MEMORIAM

Prof. R. Roelofs (1905 - 1987)

Professor Roelofs was van 1946 tot 1970 hoogleraar bij de onderafdeling der Geodesie. Hij was een van de krachtige figuren, die de afdeling in de jaren vijftig op poten hebben gezet en een stevige duw in de goede richting hebben gegeven.

De levensloop van professor Roelofs en zijn verdiensten als wetenschapsman zijn op uitnemende wijze beschreven door professor Baarda in het NGT Geodesia, jaargang 29, nr. 12, pag. 524. In dit Lustrumboek zullen we volstaan met een herinnering aan professor Roelofs als docent en begeleider.

Professor Roelofs doceerde astronomische geodesie en fotogrammetrie. Hij gaf, zoals de studenten dat noemen, goed college. Vooral zijn college astronomische geodesie was boeiend en inhoudsrijk. In 1950 was van zijn hand verschenen 'Astronomy applied to Land Surveying', een glashelder geschreven boek met een schat aan praktische tips. Het boek verspreidde zich over de hele wereld, niet alleen doordat buitenlandse geodeten het aanschaften, maar ook omdat ingenieurs die bij Roelofs waren afgestudeerd in de 'rimboerichting' en die in het buitenland gingen werken, het meenamen om het in het terrein als onmisbare informatiebron bij de hand te hebben.

Afstuderen bij professor Roelofs betekende minstens een jaar keihard werken. hij was niet gauw tevreden en vooral in het begin spaarzaam met zijn hulp. Maar als de scriptie klaar was, besefte de student dat hij een uitstekende leermeester had gehad.

In september 1970 nam professor Roelofs ontslag. De inhoud van de grote boekenkast , die in zijn kamer stond, verdeelde hij onder het personeel. Hij verhuisde naar een plaatsje in Noord-Brabant en liet, voor zover ik weet, zich nog slechts een keer bij Geodesie zien: bij de opening van het nieuwe gebouw in november 1976!

Vaak ben ik onder het gehoor geweest van professor Roelofs en altijd viel er eits extra's van hem te leren. Van de manier waarop hij college gaf, van de ogenschijnlijk charmante wijze waarop hij als voorzitter vergaderingen leidde, maar waarbij hij iedereen stevig onder de duim hield, van zijn warme toespraakjes bij de diploma-uitreiking en niet te vergeten van zijn voordrachten met dia's

over zijn reizen.
Graag had ik, en niet allen ik, professor Roelofs nog eens ontmoet, bijvoorbeeld op een ereledenlunch van Snellius. Het heeft helaas nooit zo mogen zijn.
De dankbare herinnering is er niet minder om.

H.C. van der Hoek

IN MEMORIAM

J.K.A.M. Wilbers (1958 - 1987)

Op 11 mei 1987 overleed korte tijd voor zijn 29ste verjaardag Joost Wilbers. Het Landmeetkundig Gezelschap "Snellius" verloor hiermee één van haar leden en de Faculteit der Geodesie een markante student.
Joost Wilbers heeft voordat hij aan zijn studie begon zijn militaire dienstplicht vervuld. In het kader van deze dienstplicht heeft hij versterking gegeven aan het korps van de marechaussee. Ook dit werk heeft hij met veel enthousiasme gedaan. In deze functie kon hij zijn visie op verantwoordelijkheid en inzet ook uidragen naar andere militairen en dienstplichtigen.
In 1979 begon hij aan de studie voor geodetisch ingenieur. Bij de studie eiste hij van zichzelf en van andere maximale inzet. Er was bij hem slechts plaats voor tevredenheid, wanneer hij de overtuiging had, dat betere resultaten niet mogelijk waren. Maar zijn interesse hield zeker niet op buiten de geodesie.
Joost Wilbers had een brede algemene interesse variërend van verschillende wetenschappen, culturele activiteiten en politiek. Voor de verschillende interessevelden had hij uitgebreide sociale contacten, waarbinnen naast serieuze discussie ook ruimte was voor humor.
Helaas werd hij circa halverwege zijn studie getroffen door een ziekte die verdere studie en veel sociale ontmoetingen onmogelijk maakte. Maar het lag niet in zijn aard om op te geven. De studie en de contacten met vrienden gebruikte hij om te vechten tegen zijn ziekte. Zijn enorme optimisme heeft hem de kracht gegeven om deze strijd enkele jaren vol te houden. Met zeer grote zelfstandigheid heeft hij ondanks de handicaps in deze tijd toch nog belangrijke elementen van zijn studie willen en kunnen afronden.
In mei 1987 bleek echter zijn eigen optimisme niet meer voldoende en werd hij verslagen door zijn ziekte. Het Landmeetkundig Gezelschap verloor een lid, die anders zeker een bijzondere rol was gaan spelen in de geodetische wereld.

R.M. Kathmann

IN MEMORIAM

Hans Schoonoord (1956 - 1988)

Op vrijdag ochtend 22 februari 1988 is Hans Schoonoord plotseling overleden, op de leeftijd van 31 jaar.
Hans werd geboren op 23 december 1956. Na zijn studie aan de HTS in Utrecht vervulde hij zijn dienstplicht. Om zijn wetenschappelijke belangstelling te bevredigen, ging hij studeren aan de Technische Universiteit Delft. Na enige jaren accepteerde hij hier ook een baan.
Een bepalend moment voor de rest van zijn leven was het overlijden van zijn enige broer Maarten.
Naast zijn studie en werk was Hans op veel gebieden actief, waaronder enige jaren als voorzitter van een zeilvereniging. Ondanks al het werk dat dit met zich meebracht, stond hij altijd klaar voor anderen met vragen en problemen, zowel op technisch als op sociaal vlak. In het bijzonder had hij de zorg voor zijn moeder op zich genomen.

Een gewaardeerde medestudent en medewerker is heengegaan. Zijn moeder wensen wij veel sterkte toe.

D. Stelpstra

LUSTRUMBOEKCOMMISSIE

LUSTRUMCOMMISSIE

Reeds voelde u de kriebel. U vond het weer eens tijd worden voor een lekker ouderwets-gezellig 'Snellius' lustrum. En verheugd bent u er zelfs extra voor gaan zitten, want ditmaal moest het maar eens het Tiende Lustrum worden. Drommels. Een dubbel vijfvoud van een vijfvoud. Of, een vijfvoud van één dubbel vijfvoud...

Zonder het onmiddellijk door te hebben, bent u hier inderdaad begonnen diepzinnigheid en mystiek te vermoeden. Hoe terloops is u dat gelukt. Zo fijntjes doormijmeren en opeens, boem. U zit er midden in.

En ach, u staat er zelf een beetje van te kijken. Want hoe raak u de spijker ook - volgens het oude Snelliusbaresque gebruik - op de kop heeft getimmerd, doorgaans bent u toch niet gauw te vinden voor dit soort flauwekul. Uw beide benen - landmeetkundiger gezegd: uw 'drie poten' - staan er immers alom om bekend ferm geplant te staan op de grond. Geodetisch is er natuurlijk sprake van uw kloeke 'drie benen'.

Toch hoeft u niet werkelijk bezorgd te zijn. Grijpt u deze feestelijke gelegenheid gerust aan om beide, vooruit, drie beentjes eens vrolijk van de vloer te lichten en weldra te verkeren in de volkomen staat van luidruchtig dronkenschap. Waar u trouwens ook al alom zo om bekend staat.
De oude Snellius zal er heus geen been in zien. Laat staan drie.
Zelf heeft de olijke guit namelijk in zijn dagen al behoorlijk naam gemaakt op dit gebied (toentertijd Amsterdam genoemd). Tijdgenoot Joost van den Vondel werd zelfs tijdens een gezamenlijke nachtelijke slemppartij geïnspireerd tot een helaas onbekend, doch onmiskenbaar meesterlijk lofdicht. Hiervan citeer ik u gaarne de versregels, waarvan het Rijksmuseum vermoedt dat zij het refrein gevormd hebben:

"Vult de glazen, zo vlug als gij kunt.
Sprenkelt de nectar, met rum verdund.
Meet zeeën van whiskey, wodka en thee
als Snellius. Voor Snellius een miljoen maal hoezee. "

Nu duurt een miljoen maal hoezee ook voor u wel wat lang, maar het geeft wel treffend aan hoeveel indruk de rakker heeft gemaakt. Met zijn lichtend voorbeeld in gedachten, zal het u vast niet moeilijk vallen om met 'Luuk', de lustrumcommissie van 1990, tenminste een maal het glas te heffen op de 360 jaar jongere L.G. 'Snellius'. Hoezee.

Lustrumcommissie:

Bo Soerjadi
Frank Kleijer
Jurrien de Knecht
Christiaan Tiberius
Jean-Paul Henry
Frank Krijgsman
Andrea Wittich

10E LUSTRUM

LANDMEETKUNDIG GEZELSCHAP ,,SNELLIUS''

LANDMEETKUNDIG GEZELSCHAP DELFT 1940 1990

THIJSSEWEG 11 - 2629 JA DELFT TELEFOON 015-783295 / 782564 POSTREKENING 104832

Delft, 11 juli 1990

Geachte lezer,

Met enige trots wil ik het succes van een ondergeschoven commissie bij u onder de aandacht brengen. De productie van de fotocommissie van "Snellius" neemt indrukwekkende vormen aan. Reeds lang is Snellius een vereniging die leuke en interessante dingen organiseert. De gebeurtenissen rond Snellius werden dan ook van het begin af aan fotografisch vastgelegd. Helaas was dit niet altijd structureel. Zes fotoboeken met ongeveer 162 zwart-wit foto's en 177 kleurenfoto's sieren de Snelliuskamer, en doen de gebeurtenissen uit de eerste veertig jaar in gedachten herleven. De fotoverzameling van na 1980 is aanzienlijk groter. Acht fotoboeken met 1745 kleurenfoto's en een zwart-wit foto beschrijven het recente verleden. Slechts van de laatste zes fotoboeken zijn de bij de foto's behorende negatieven gearchiveerd. Mocht u dus nog uit deze verzameling een foto willen nabestellen, dan is dat mogelijk.

N.B. Het is natuurlijk uit den boze foto's uit een boek te plukken. Verder mag nog vermeld worden dat het fotoarchief nog 565 dia's bevat, voornamelijk van het niet zo recente verleden. Alles bij elkaar dus een aardige verzameling, die in de komende vijftig jaar vermoedelijk alleen nog maar groter wordt.

De afgelopen twee jaar deze commissie van bestuur met genoegen gedaan te hebben, teken ik namens de fotocie,

F.Kleijer

SNELLIUS IN DE GOEDE RICHTING

Pieter van Sluijs

Voorwoord

Mijn eerste kennismaking met het Landmeetkundig Gezelschap 'Snellius' vond plaats in augustus 1985. Als eerstejaars liet ik mij destijds gewillig meevoeren in de maalstroom van gebeurtenissen rondom het negende lustrum van Snellius in november van dat jaar. Nu, bijna vijf jaar later en bijna fossiel overkomt me min of meer hetzelfde. Mijn Delftse tijd lijkt te gaan eindigen zoals ze begon: met een hoogtepunt, met een lustrum van Snellius.
Onderstaand verhaal biedt een overzicht van datgene wat zich in deze periode met betrekking tot Snellius heeft afgespeeld. En dat is nogal wat; vele opvallende en minder opvallende gebeurtenissen gaven het leven van de Snelliusleden in de afgelopen vijf jaren kleur.
Om dit overzicht binnen aanvaardbare proporties te houden bleek het maken van een (wellicht subjectieve) selectie uit de veelheid aan gegevens noodzakelijk. Om desondanks toch zo compleet mogelijk te zijn is voor een sobere (i.e. veelal chronologische) opzet van het verhaal gekozen. Voorts krijgen enkele hoogtepunten als buitenlandse excursies en IGSM buiten dit verhaal om de ruime aandacht die ze verdienen.

1985

Op 5 september promoveerde Peter Teunissen. Hij verdedigde zijn proefschrift 'The Geometry of geodetic inverse linear mapping and non-linear adjustment' met lof.
Een elftal verse eerstejaars moest een week later voetballend het onderspit delven tegen de ouderejaars, maar was nog wel in staat om 's avonds een feest te geven in Staminee.
Een groep Snelliusleden bezocht op 25 september de Oosterscheldewerken en liet zich aldaar informeren over de niet geringe landmeetkundige inbreng in dit project. Voor de doorzetters was er daags daarna nog een lezing van ir. Van der Wal van Rijkswaterstaat over getijdeberekeningen.
De avond van 17 oktober bracht een menigte geodetische clochards en ander gespuis naar de bovenbar van Staminee op het tweedejaarsfeest. De volgende dag stond een aantal van hen in correcte kleding alweer gereed om de grote stroom abituriënten te ontvangen. De uitslapers konden 's middags een lezing over 'liberalisme' bijwonen van VVD-kamerlid Theo Joekes.

de studenten beginnend in 1985 of eerder
boven: Marlies de Gunst, Kyra van Onselen, Jurgen ten Siethof, Ron Nohlmans, Sonja van den Roemer, Ruben Dood, Pieter van Sluijs, Rob van Haren, Nicole Borkens, Johan Weseling, Kees Smit, Wytze van der Hoek, David Stelpstra, Jos Verheijen
onder: Ingrid Hugen, Sjon Kuijpers, Ronald de Ronde

Een lezing was er ook op 7 november; Ir. Riemersma van Shell deed een boekje open over plaatsbepaling in moeilijk bereikbare exploratiegebieden.
Op 15 november maakten de geodesiemedewerkers en de medewerkers van het Onderzoeksinstituut Technische Bestuurskunde met elkaar kennis tijdens een informele borrel. De OTB-ers zouden enige tijd later definitief de zesde verdieping van 'ons gebouw' veroveren. Dat het gewenningsproces voor beide partijen langzaam en onzeker verliep moge blijken uit de woorden van Geopinie-columnist Jo.P. in diens bijdrage van 10 november 1987:
'Reeds geruime tijd werken we met twee groepen in ons gebouw. In het begin duidelijk te onderscheiden in levendige stadsmensen tegenover saaie dorpelingen. De nieuwelingen hebben zich intussen aardig aangepast, vindt U ook niet? De OTB-tafeltjes in de kantine zijn al bijna even bezadigd als de

Geoklupjes. Ook groeten de stedelingen al uit zichzelf de plattelanders. Een mooi studieobject voor sociologen van beide zijden.'
Een week later werd er met het oog op het Snelliuslustrum vervroegd afgestudeerd. Gijs Boekelo, Hilde Heijungs en Paul Koren maakten het lustrum niet meer als student mee.

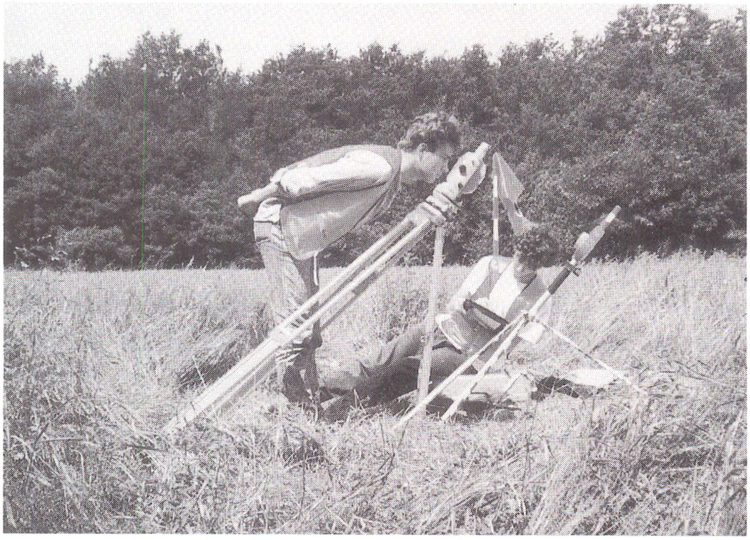
Op maandag 25 november begon onder het motto 'Zee in de kijker' de week van het negende lustrum van Snellius met een buitengewone ledenvergadering, waarin prof. Ligterink en prof. De Munck werden benoemd tot erelid van Snellius; dit als blijk van waardering voor hun positieve en welwillende houding tegenover de studenten. In aansluiting hierop werd het lustrum officieel geopend en presenteerde de Lustrumboekcommissie haar kunststukje 'Voortdurend in beweging'. 's Middags discussieerde een forum van deskundigen over het centrale thema van het lustrum, de zee en meer in het bijzonder de Noordzee.
De dinsdag bracht zowel inspanning, een sportmiddag in zwembad 'Kerkpolder', als ontspanning, een gezamenlijke 'snertmaaltijd' en een cabaretvoorstelling in het geodesiegebouw.
Het programma voorzag voor de woensdag in een tweetal lezingen. Ir. Van Gein hield een voordracht over zeerecht, gevolgd door Ir. Waterman ('what's in the name'), die zijn ambitieuze plannen voor kustuitbreiding tussen Scheveningen en Hoek van Holland nader kwam toelichten.
De massale diësexcursie op donderdag liet een bus vol Snelliusleden naar Den Helder (Koninklijke Marine) en Texel (Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee) reizen. Een tweede groep bezocht Hollands Signaal in Hengelo, terwijl de overige reislustigen het dichter bij huis zochten met een aantal min of meer geodetische attracties in het Rijnmondgebied. 's Avonds trof men elkaar weer in de Koophandel waar een boerenkoolmaaltijd en een feest plaatsvonden. Klokslag twaalf uur kwam aldaar de oude Willebrord S. in eigen persoon zijn verjaardag vieren.
Vrijdag was een relatieve rustdag met een diapresentatie door René van der Schans en een bedrijvenpresentatie in de practicumzaal. Op de afsluitende zaterdag werden ouders en reünisten ontvangen. Vanwege de enorme belangstelling vond het ochtendprogramma, met een lezing van de heer Kreffer over hydrografische metingen, in het bouwkundegebouw plaats. Het lustrum eindigde op grootse wijze met een koud buffet en een slotbal in het ITC-gebouw.

Het gewone leven ving weer aan op 11 december, toen Snellius voor het eerst werd geconfronteerd met het fenomeen 'vrouwelijke voorzitter'. Leen Boer stelde in zijn uittreerede met geveinsde bezorgdheid vast:

'Om kort te gaan: Heren, de dames doen een gooi naar de macht.'Samen met Leonoor de Ruyter van Steveninck namen achter de bestuurstafel plaats: Hedwig Verhoef, Han Slotboom, Frank Kenselaar, Peter van Oorschot en Robert Voute.
Het enige wat dit nieuwe bestuur in 1985 nog te doen had was afscheid nemen, op 19 december van Willeke Schol-Wilhelm (SSVI) en een dag later van Leendert van Dijk (landmeetkunde).

1986

Bij de diës van de T.H. Delft viel dit jaar de eer te beurt aan twee 'geodeten' om de diësrede uit te spreken. Prof. De Haan en prof. Rummel spraken op 10 januari onder de titel 'Zwaartekracht en rechtskracht: grenzen van de geodesie'.
Twee geodetische huwelijken binnen een week: op 24 januari trouwde Erik Haagmans met Lucy Engelen en vijf dagen later traden Caspar Remmers en Tineke Rietveld in het huwelijk. Het extreem koude weer zorgde ervoor, dat er op 21 februari op de vaart achter Geodesie een serieuze schaatswedstrijd kon worden verreden. Hans van de Marel en Sjon Kuijpers vielen niet en wonnen derhalve de felbegeerde jenever. Toen er enkele dagen later ook nog een echte Elfstedentocht gehouden werd besloot het bestuur om daar een speciale Elfstedenbar aan te wijden, met vooral veel Beerenburg en weinig schaatsen.



Op 28 februari werd er massaal afgestudeerd. Gerard Bosman, Dirk Boswinkel, Nico Clay, Peter den Hartog, Jeannette Katesan, Martin Salzmann, Edu Schol, Willeke Schol-Wilhelm, Edwin Tofield en Cees Wassenaar mochten zich na een tekenwedstrijd definitief ingenieur noemen.
Op 6 maart hield ir. Aalders een voordracht over de automatisering bij het Kadaster. De eerste vrouwelijke geodetisch ingenieur, Eveline Blitz, gaf op 13 maart een lezing voor het Dispuut Technische Bestuurskunde over het gemeentelijk grondbedrijf. Een week later organiseerde Snellius zelf weer een lezing; Prof. De Graaff gaf een uiteenzetting over de toen zeer nadrukkelijk in de belangstelling staande 'Komeet van Halley'. Op 6 maart kon een ieder die daar de neiging toe voelde opkomen ter gelegenheid van de Paasdag op zoek naar 'het enige rauwe ei', terwijl het bestuur lunchte met de ereleden van Snellius en borrelde met het NWP. Het belang van dergelijke representatieve taken mag overigens niet worden onderschat. Zonder al deze mensen die veel voor Snellius doen en/of betekenen zou het goed functioneren van ons Gezelschap bepaald niet zo vanzelfsprekend zijn.
Een grote groep studenten uit Karlsruhe bracht onder leiding van prof. Van Mierlo op 9 en 10 april een bezoek aan de Afdeling. Het Snelliusbestuur hield zich van zeer nabij met dit bezoek bezig, zoals zij ook een dag later deed met de receptie ter ere van het huwelijk van Elly Botman en Ton Bokkers.
Eind april was het de beurt aan de Snelliusleden voor hun buitenlandse excursie. In het zonnige Italië werden de steden Parma, Bologna en Florence door het reisgezelschap bezocht. Nog maar net daarvan bijgekomen werd Geodesie op 6 mei onder de dekmantel 'Banana Republic' op allerlei manieren gehersenspoeld met het begrip 'banaan': het Geofeest dus.
Op 13 mei organiseerden de gezamenlijke Delftse studieverenigingen in samenwerking met het KIVI het symposium 'De eerste-fase ingenieur'. Zeven 'oude-stijl ingenieurs' verlieten Snellius op 23 mei: Bertyl Duesmann, Jan Erkelens, Erik Haagmans, Frank van den Heuvel, Paul Lohman, Egbert Mensen en Dick Oskam studeerden op deze datum af.
Het zomerkamp vond plaats in de buurt van Best. De vele woordspelingen die op deze plaatsnaam werden gemaakt waren zeker niet onterecht. Een van de hoogtepunten tijdens de drie weken durende hittegolf was de feestavond ter ere van de heer Bruining die in Best voor de laatste (27e) maal mee was 'op kamp'. Het kamp werd voorts bezocht door enkele studenten uit Olsztyn (Polen) die in het kader van een informeel uitwisselingsprogramma twee weken in Nederland verbleven. In Delft zorgde Snellius voor hun 'slaapplaats en gezelligheid'.
De 31 nieuwe eerstejaars werden op 15 augustus ontvangen en brachten een intensief en gezellig weekend door in de Antoniushoeve in 's Gravenzande. Tegenover deze nieuwe inschrijvingen stonden ook enkele namen die uit het ledenbestand moesten worden geschrapt. Bernie Blümer, Cornelis Bos, Andro

Bottse, Erik Hasenack, Cees de Jong, Caspar Remmers en Peter van Tienhoven studeerden op 29 augustus af.

de lichting 1986
zigzaggend van links naar rechts: Ronald van Coevorden, Aegidius Kap, Mario Burger, Winand de Fraiture, Jaap Plooij, Hans Brandsma, Rob van Ree, Sylvia Coenen, Kriston Wolters, Baptist Welting, Carolina Meeldijk, Edward Verbree, Remko Wicherson, Betty Anemaat, Marcel Schram, Jan Jaap Hauser, Emile Weesie, Annette Buis

Per 1 september werden er op last van hogerhand een aantal uniformerende wijzigingen van kracht. De Technische Hogeschool heette voortaan Technische Universiteit, Afdeling werd Faculteit, NWP werd OBP, etc. Een andere, wel belangrijke wijziging vond plaats op 3 september toen het markante gezicht en dito stemgeluid uit de loge, de heer De Groot afscheid nam van de Faculteit. En nog belangrijker: kamer 1141 werd met ingang van 15 september commissiekamer van Snellius, een voorziening die het Gezelschap lange tijd had moeten ontberen. Geen wijzigingen op 18 september: de eerstejaars verloren de voetbalwedstrijd van de ouderejaars en dat kostte hen een vat bier in Staminee.

Jan van den Berg (fotogrammetrie) nam op 30 september afscheid van Geodesie. De studenten versloegen op 2 oktober de voetballende personeelsleden met 5-2.
Voor de broodnodige ontspanning van zowel leden als bestuursleden zorgden twee mini-excursies in de maand oktober. Op 8 oktober ging een select gezelschap de produktconfrontatie aan bij Wijnhandel 'Van Dorp' in Delft, terwijl een goede week later het TIKI-bad in Wassenaar plaats van handeling was.
Op 11 oktober organiseerde Snellius voor het eerst een 'oud-bestuursleden-reünie'. Generaties bestuurleden verzamelden zich in de sociëteit van de Delftsche Studenten Bond, waar onder het genot van een borrel en een diner vele herinneringen werden opgehaald; een zeer geslaagd initiatief.
Tijdens de Algemene Ledenvergadering op 6 november werd een nieuw, zeer ambitieus bestuur geïnstalleerd. Onder het motto 'U hoort nog van ons' namen Arent Roggeveen, Arjan van de Ruit, Felicia Breukink, Jaap Zevenbergen, Boudewijn Spiering en Daan van der Hoeven de bestuursverantwoordelijkheid op zich. De ambitieuze aanpak van de wisselingsreceptie werd twee van hen echter al te machtig.
De eerste grote dag van het nieuwe Snelliusjaar was donderdag 21 november. Personeel en studenten vierden samen op grootse wijze feest, enerzijds, omdat het alweer 10 jaar geleden was dat het nieuwe geodesiegebouw door ZKH Prins Claus officieel was geopend en anderzijds, vanwege de diës van Snellius.
Op 27 november gaf prof. Kooimans zijn afscheidscollege; hij verliet de Faculteit der Geodesie. Nog meer personen vertrokken een dag later: Roelof Boekhold, Guy Hogenhout, Mohamed Maged Ellithy, Ad van der Ven en George Vosselman kregen op 28 november hun bul uitgereikt. Voor het eerst sinds lange tijd konden de afstudeerders hun naamplaatje weer op een echte maxi-piket schroeven.
Sinterklaas liet zich op 4 december weer eens op Thijsseweg 11 zien en hij trof het: het Dispuut Technische Bestuurskunde gaf na een lezing een borrel in de Snelliusbar.
Diederik van Daalen gaf op 17 december op zijn geheel eigen wijze zijn afscheidscollege; hij zette zijn loopbaan voort bij Shell. 's Avonds kwamen de feestvierders ruimschoots aan hun trekken, allereerst met de film 'Raiders Of The Lost Ark', gevolgd door een wervelende discoparty.

1987

Na drie slopende tentamenweken konden de oververmoeide Snelliusleden zich eindelijk ontspannen tijdens een mini-excursie op 2 februari. 's Ochtends werd de Heineken-brouwerij in Zoeterwoude bezocht; vanzelfsprekend was daarbij

voor velen het verblijf in het proeflokaal het absolute hoogtepunt. In de middaguren werd de botanische tuin van de Leidse Universiteit aangedaan, waarna het uitstapje eindigde met een horeca-georiënteerde inspectie van de Leidse binnenstad.
Onder het beleidspunt 'intensievere contacten' werd door het bestuur een in de vergetelheid geraakte traditie in ere hersteld: het bezoek van het Snelliusbestuur aan de hoogleraren van de Faculteit. Na een brief van het bestuur bleek bij een aantal hoogleraren groot enthousiasme hiervoor te bestaan. Het gevolg: op 10 februari zat het bestuur bij de familie Bogaerts in de huiskamer en bij vele volgende gelegenheden gingen Snelliusbesturen bij de hoogleraren 'op theevisite'.
De Snelliusbar van 12 februari werd in de avonduren voortgezet onder het neologisme 'schaak- en klaverjasdrive', waarbij in het ene geval hard werd nagedacht en in het andere geval hard werd doorgedronken. De ereledenlunch vond plaats op 18 februari, dit keer in de speciale sfeer van sociëteit 'Phoenix'.Eén van deze ereleden, de heer Bruining, nam onder zeer grote belangstelling op 25 februari afscheid van de Faculteit der Geodesie. In zijn eerste (en tevens laatste) college gaf hij een schets van zijn lange loopbaan 'op Geodesie'. Vervolgens werd hij overladen met vele hem terecht toekomende égards.

Jan van den Berg, Erik Elsenbroek, Martin van Gelderen, Olaf Kikstra, Radboud Koop en Bert van der Sluijs keerden op 27 februari het studentenleven definitief de rug toe; zij studeerden af.
Voor de zeer actieve leden was 4 maart de dag, 's middags beginnend met een volleybal- en basketbaltoernooi. De vermoeide sporters togen vervolgens naar Geodesie waar het bestuur op het zomerkampkookgerei een maaltijd had weten te produceren. De dag werd op gepaste wijze afgesloten met een feest, waarop de band 'Bøg Madsen' een optreden verzorgde. De volgende dag hield de heer Van Benen een lezing over spiritisme, occultisme en soortgelijke onstoffelijke zaken; zware kost voor exact aangelegde TU-studenten.
Enige opschudding ontstond er op donderdag 26 maart, toen Geodesie om kwart voor zes 's avonds, terwijl veel studenten zich in de Snelliusbar bevonden, werd opgeschrikt door een heuse bommelding. De in het gebouw aanwezige personen toonden zich echter uiterst boelkloedig: geen paniek, rustig pilsje leegdrinken, op georganiseerde wijze het gebouw verlaten en inderdaad.....constateren dat er niets gebeurt.
Een groep studenten uit Straatsburg bracht op 13 april een bezoek aan de Faculteit. Gastheer Snellius zorgde voor een dagprogramma op Geodesie en een avondprogramma in de Delftse binnenstad. Enkele dagen later reed een bus vol Snelliusleden in noordwaartse richting voor een bezoek aan Noord-Duitsland en Denemarken. De geruchten over de extreme bierprijzen in het laatstgenoemde land hadden ervoor gezorgd dat menigeen met een eigen noodvoorraad in de koffer de reis begon. Wat hadden de douaniers kunnen watertanden!
Geodesie kreeg in de maand mei een nieuwe voorlichtingsfilm, waarin vele leden en oud-leden van Snellius waren verwerkt. Dit ten behoeve van een wervingscampagne, waarbij welwillende studenten met deze film en het bijbehorende voorlichtingsmateriaal naar hun oude VWO-school zouden gaan, om aldaar de opleiding te promoten. De te lage instroom van eerstejaars en de te verwachten uitstroom zouden het voortbestaan van Geodesie als onafhankelijke Faculteit anders wellicht binnen enkele jaren in gevaar kunnen brengen.
Zaterdag 9 mei dreunde de Faculteit op haar grondvesten: het Geofeest. Mede dankzij sponsoring konden twee bands plus een discotheek voor de nodige dB's zorgen in de tot feestzaal gepromoveerde kantine, waar ook aan andere feestingrediënten (of het zouden Snelliusleden moeten zijn) geen gebrek was.
Een week later ging een aantal Snelliusleden ondergronds tijdens een mini-excursie naar de kolenmijnen in het Belgische Beringen; voor de meesten een nieuwe ervaring.
Op 22 mei studeerden niet minder dan negen leden af. Robert van Barneveld, Niels van der Beek, Jan-Peter Chatrou, Pieter van Ess, Marcel

Franssen, Bart Hulshof, Geert Lammerts van Bueren, René Simons en Leo van der Sluijs schroefden hun plaatje vast op de maxi-piket en sloegen gezamenlijk een soortgelijk apparaat de grond in.
Het zomerkamp gaf helaas weinig inhoud aan het begrip 'zomer'. Regen, lage temperaturen en veel modder kenmerkten dit kamp, dat in Buurse werd gehouden. De derdejaars voerden deze factoren aan als excuses voor het feit dat de huurauto's niet bepaald ongeschonden uit de strijd kwamen. Tijdens het kamp werd informeel afscheid genomen van Jan Ebbinge, die een avond lang 'in de hoofdrol' stond. Op 3 juli nam hij officieel afscheid van Geodesie; hij vertrok naar Van Steenis.
Na de zomervakantie ontmoette iedereen elkaar weer tijdens de open avond van het eerstejaarsweekend, dat in 'Vlietzigt' (Rijswijk) werd gehouden. De nieuwkomers hadden af en toe duidelijk moeite met de zeden en gewoonten van Snellius en haar leden, zoals bleek uit het verslag dat een van hen opstelde: 'De georganiseerde spelletjes waren van minimaal niveau. Daar komt nog bij dat valsspelen gestraft werd: iets dat in de moderne maatschappij niet vaak voorkomt.'
En over de open avond:
'Verscheidene vergeefse pogingen werden ondernomen om rondjes aan te bieden in het kader van 'laten we eens een slecht lied zingen'. Het betreft hier een smartlap over een bel waar aan getrokken wordt. Het schijnt onder geodeten zeer bekend te zijn.' Enige onwennigheid deed zich eveneens voor op 28 augustus, toen er meer vrouwelijke dan mannelijke afstudeerders afscheid namen van Snellius. Everdien Breken, Marleen Koert, Wouter Kolkman, Peter Smilde en Akkeline van der Veen hadden daar evenwel geen enkel probleem mee.
Op 23 september vond de eerste van een serie geodetisch getinte lezingen plaats. Ir. Nelis hield een voordracht over de Nederlandse geodetische verenigingen. Groots van opzet was de presentatie van 'Het Kadaster' op 1 oktober. Mr.ir. Remijnse had een aantal prominente sprekers mee naar Delft genomen alsmede een ruim budget voor een 'Kadasterborrel' in de Snelliusbar. De cyclus werd op 8 oktober voortgezet met een lezing over het 'Global Positioning System' door ir. Van der Vegt. Als laatste trad ir. Mekenkamp voor het voetlicht. Op 19 november hield hij zijn, door omstandigheden uitgestelde verhaal over de nauwkeurigheidsanalyse van oude kaarten.
Tussendoor werden uiteraard de andere facetten van het Snelliusgebeuren niet vergeten. Op 24 september werd er gevoetbald, dit keer in de vorm van een vierkamp tussen eerstejaars, ouderejaars, personeel en OTB. De traditionele overwinning van de ouderejaars werd pas na het nemen van strafschoppen een feit. Tijdens het daaropvolgende eerstejaarsfeest in Oele kon de resulterende dorst snel en vakkundig worden gelest.

Het jaar 1987
met de klok mee vanaf zes uur: Eugene Emile Kuis, Bob Berkers, Arjan Ooms, Putro, Frank Kleijer (Knarf), Pierre Looman, Bo Soerjadi, Jean Paul Henry, Frank Krijgsman, Joël Koeckhoven, Johannes Bouman, Ardis Bollweg, Richard Bun, Rob de Koning, Bob Valten (Pim), Ina Elema

Op 23 oktober werd aan het eind van een wederom zeer druk bezochte abituriëntendag afscheid genomen van mevrouw Melissant. Ad Wind trouwde op 30 oktober in Olsztyn met de Poolse Beaty Sufin. Het representatiebudget liet de aanwezigheid van Snellius bij deze gebeurtenis helaas niet toe.
Arent Roggeveen overhandigde op 5 november de voorzittershamer aan Karel Zuidweg. Samen met hem werden Pieter van Sluijs, Nicole Borkens, Erik 'Max' de Min, Rob van Haren en Kyra van Onselen als nieuw bestuur geïnstalleerd. In de nieuwe begroting van Snellius was de in het voorgaande bestuursjaar goedgekeurde contributieverhoging (tot f 15,- p.p.) voor het eerst opgenomen. Het oude bestuur had voor 10 november nog een aantal activiteiten georganiseerd rondom de 100e geboortedag van prof. Vening Meinesz. Meerdere generaties geodeten en andere bij het werk van Vening Meinesz betrokkenen waren hierbij aanwezig. Op 12 november trad ex-Snelliusvoorzitter Michiel Jellema in het huwelijk met Jolanda van Leeuwen. Om de afwach-

tende houding van de eerstejaars (voornamelijk spoorstudenten) te doorbreken, werd op 16 november een eerstejaarslunch georganiseerd. Het succes ervan bleek later.
Een dag later werd er in de Aula heftig gediscussieerd tijdens een forum over de door Minister Deetman voorgestelde 'Harmonisatiewet'. De hoofdpunten van dit wetsvoorstel, absolute beperking van de inschrijvingsduur als 'student' tot zes jaar en het afschaffen c.q. onbetaalbaar maken van studieduurverlenging bleken voor zeer veel studenten onaanvaardbaar. Deze stemming ontlaadde zich op 1 december tijdens een landelijk studentenprotest in Amsterdam; Snellius demonsteerde mee.
Op 19 november werd Joop Gravesteijn gefeliciteerd met zijn 15-jarig dienstverband bij de Faculteit. Een week later vierde Snellius zijn 47e verjaardag met een diësexcursie. Na afloop kenden de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij en British Petroleum geen geheimen meer voor de Snelliusleden. Voor boerenkool en bier gold dat al wat langer.
Op 27 november werd Snellius geconfronteerd met een ongekende hoeveelheid afstudeerders. De oorzaak hiervan lag mede in de reeds genoemde Harmonisatiewet, ten gevolge waarvan alle oude-stijl studenten alsmede de eerste lichting van de twee-fasen-structuur, in totaal zo'n tachtig personen, voor 1 september 1988 afgestudeerd zouden moeten zijn. Luc Amoureus, Bertie Cools, Frederiek Detmar, Eduard van de Ent, Paul de Jonge, Frank Kenselaar, Ton Lalesse, Kees Prins, Frits van der Schaaf, Jorg Schorning, Ineke Schorning-Poot, Koldo Verheij, Hedwig Verhoef en Jeroen van de Waal vormden het topje van deze 'afstudeerbult'.
December werd een echte feestmaand. Een bezoek van Sinterklaas, een avondfilm, de Snelliusbarren en als klap op de vuurpijl een Winterfeest op 17 december, waarbij de band 'Red 'n Blue' en de vele winterse versnaperingen ervoor zorgden, dat iedereen na afloop hard toe was aan de kerstvakantie.

1988

Een van de goede voornemens van het bestuur bestond uit het vullen van een of meerdere pagina's in elke Geopinie. Dit om de 'informatieflow geparafraseerd te structureren', ofwel om naast de wekelijkse stuurgroep een tweede middel te hebben om de leden op de hoogte te houden van het wel en wee van Snellius. Het idee sloeg aan en de 'Snelliuspagina' bestaat nog steeds.
Ter ere van zijn afscheid onderhield de heer Pouls op 28 januari een goed gevulde collegezaal A met zijn 'Praatje met een plaatje'. Zijn ervaringen als landmeter en levensgenieter in exotische landen passeerden op boeiende wijze de revue.
Mevrouw Seinstra-Fendel vierde haar koperen verbintenis met de Faculteit op

4 februari. Daags daarna onderging het fotoarchief van Snellius een grondige renovatie. Vijf jaargangen ongeordende rommel werden met enige moeite omgevormd tot een min of meer chronologisch overzicht van Snelliusactiviteiten.
Op 11 februari verliet mevrouw Schoenmakers Geodesie na in de Snelliusbar een borrel te hebben gegeven. Nog eens afscheid op 19 februari: 'administratiebaas' Van Duijnen verliet de Faculteit na 40 jaar en één maand trouwe overheidsdienst. Een speciale commissie van het KIVI had prof. Rummel voorgedragen voor de Speurwerkprijs, een prijs die jaarlijks aan een verdienstelijk technisch-wetenschappelijk onderzoeker wordt toegekend. Tijdens een klein geodetisch symposium op 24 februari op het KIVI-hoofdkwartier in Den Haag werd, met de nodige plechtigheden daaromheen deze prijs aan hem overhandigd.
Twee dagen later trotseerden de afstudeerders Arjan Bregman, Erik Bruel, Huug Haasnoot, Leon Hendriks, Anton Kösters en Wim Looyen de ontberingen van een mini-zomerkamp, waarna zij zich met recht ingenieur mochten noemen.
Het traditionele volleybaltoernooi werd op 2 maart tegen alle zeden en gewoonten in gewonnen door het Snelliusbestuur. Vervelende vraagtekens bij de puntentelling en de duur van de wedstrijden mochten niet baten.
Omdat slechts weinig studenten het afscheid van de heer Pouls hadden bijgewoond, kwam deze op 17 maart op herhaling met zijn 'Praatje met een plaatje'; wederom met vele positieve reacties. Nog een lezing op 22 maart. De in Canada woonachtige ITC-er ir. Groot vertelde over zijn buitenlandse ervaringen onder de titel 'The wide world of mapping'.
Twee dagen later weer eens een primeur: het 'open-podium-feest'. Een ieder kon zich een avond lang uitleven op instrumenten en apparatuur van het Muzisch Centrum. Vooral later op de avond, toen velen hun podiumvrees hadden overwonnen, resulteerde dit in verrassende staaltjes muziek.
Hans van der Marel verdedigde op 29 maart zijn proefschrift 'On The Great Circle Reduction in the Data Analysis for the Astronomic Satellite Hipparcos'. Hij doorstond het vragenvuur van zijn opponenten 'cum laude'.
Vanaf 4 april waren relaties binnen Snellius geen randgebeuren meer. Elk gesignaleerd 'geokoppel' belandde zonder pardon in de Geopinie op de 'Geobank'. Het bleek betrekkelijk weinig moeite te kosten om deze bank telkens van nieuw pril geluk te voorzien! Evenals verleden jaar bracht een groep studenten uit Straatsburg een bezoek aan de Faculteit. Snellius kon hen, mede dankzij een aantal bereidwillige geodesiemedewerkers een afwisselend programma aanbieden. Vanwege het fraaie weer kon het bezoek van de Franse gasten eindigen op het terras van de 'Wijnhaven'.
De dag daarna werd het modebeeld op Geodesie drastisch gewijzigd door een partij T-shirts die het bestuur de leden tegen een bodemprijs wist aan te

bieden. 's Middags verscheen iedereen derhalve in het nieuw op de reünie van de Denemarken-excursie. Op 23 april vertrok een nieuwe excursie naar Frankrijk en Spanje, waarbij een bezoek aan Barcelona centraal stond. Reeds voor de terugkeer was het begrip 'bussen' gemeengoed onder de excursiegangers.
Intussen had de PR-commissie van de Faculteit gezorgd voor nieuw voorlichtingsmateriaal. Om dit materiaal zo aansprekend mogelijk te maken had men een sloganwedstrijd uitgeschreven. Bo Soerjadi won met 'Geodesie is goed in vorm', vergezeld van de afbeelding van een 'vierkante aardbol'.
Vanaf 12 mei draaide Snellius enkele dagen op volle toeren. Een groepje oud-bestuursleden had zich verenigd in de Committee Snellius International met als uiteindelijk doel: het organiseren van een internationale bijeenkomst van geodesiestudenten (IGSM), mede om de Nederlandse geodeten van hun 'eilandpositie' te bevrijden. Het initiatief werd een groot succes en het kende een vervolg; U leest er alles over elders in dit boek. Tijdens de eerste IGSM vond op zaterdag 14 mei het Geofeest plaats. Door de extra IGSM-feestgangers kon er met een ruimere begroting worden gewerkt en moest iedereen derhalve na afloop zijn/haar definitie van een 'gaaf feest' in positieve zin herzien. De afstudeerzitting in mei was om praktische redenen in tweeën gesplitst. Op 20 mei studeerden Marleen Elderhorst, Rob van Etten, Rob van Gein, Aart-Jan Klijnjan, Willie Peters, Piet Sluijter en Jeroen Smit af. De aanwezigheid van Piet Sluijter hierbij was opmerkelijk. Deze inmiddels gepensioneerde civiel-landmeter, geldend als een van de deskundigen op het gebied van de plaatsbepaling, had te langen leste de tijd gevonden om zich middels een scriptie de hem nog ontbrekende titel 'geodetisch ingenieur' te verwerven. Een week later hielden ook Leen Boer, Jan Brinksma, Auke de Haan, Vincent de Haas, John Hoefnagels, Geert-Jan van Rooij, Hans Slagmolen, Richard Witmer en Herman de Wolff het studentenleven voor gezien.
Het rustige Drentse dorpje Wijster maakte in juni kennis met het per definitie onrustige fenomeen zomerkamp. De plaatselijke bevolking wist de weg naar de zomerkampbar op de boerderij van de heer Fokkens echter al snel te vinden en daartegenover werden de twee Wijsterse kroegen veelvuldig bevolkt door dorstige geodeten. Tijdens de wedstrijd West-Duitsland - Nederland (EK'88) bleek het mogelijk om met zestig chauvinistische personen naar één TV te kijken, hoewel na 88 minuten de eetzaal toch bijna te klein bleek! De heren Gravesteijn, Lalesse en Van Lamsweerde waren in Wijster voor de laatste maal begeleider, hetgeen op gepaste wijze werd gevierd.
Op 1 juli trad de net afgestudeerde Aart-Jan Klijnjan in het huwelijk met Wanda den Boon.
De nieuwe eerstejaars bleven weer dicht bij huis; zij behoefden voor het eerstejaarsweekend slechts naar 'Vlietzigt' te fietsen. De hen uitgereikte routebeschrijving zorgde er echter voor, dat ze lang tot zeer lang onderweg

waren en meteen wisten wat ze aan hun EJW-commissie hadden.

de studenten van 1988
onder: Koos van Rij, Irma Bennink, Marcel Rietdijk, Gerbrand Vestjens, Remco van Soest, Jacco van den Berg, Dennis Odijk, Iris van Veen, Fleur Hondius
boven: Andrea Wittich, Peer Molenaar, Patrick Tax, Werner ten Kate, Chris van Eijnsbergen, Rob Ursem (Frits), Arienne de Muynck, Jurrien de Knecht, Marjolein van Ruler

Ton Lalesse besloot zijn loopbaan voort te zetten bij de Hydrografische Dienst en gaf op 25 augustus een afscheidsborrel. De dag daarna kreeg Snellius het absolute recordaantal van 21 afstudeerders voor de kiezen. Vlak voor de 'deadline' van de Harmonisatiewet namen Viviane Ampt-Riksen, Peter Boon, Harrie Dahlmans, Roger Haagmans, Marty Hartog, Jurrien Heeger, Menno Hiemstra, Marco Hofman, Leonard Kollaard, Ivo Kuijlaars, Mark Lammerts, Wim van Ooijen, Stefan Pulles, Herman Rijks, Theo de Smidt, Meindert Sterenberg, Ruud Verwaal, Hans Visser, Ben de Vos, Hans Vos en Helmoet de Zwijger het zekere voor het onzekere en studeerden af.
Per 1 september raakte de Faculteit twee kopstukken kwijt, prof. Alberda en

prof. De Haan. Vooruitlopend op de officiële plichtplegingen was er op 2 september een informele borrel, waarbij ook Alberda's opvolger prof. Teunissen aanwezig was. Op diezelfde dag trouwde Chung San Han met Marike Groenendijk. Op 10 september strekte de oude Snellius zijn stramme benen tijdens de Veluweloop, een estafetteloop van Arnhem naar Wageningen, rondom de Veluwe. Op het fraaie parcours liepen 16 Snelliusleden voor wat ze waard waren; dat bleek heel wat te zijn waar het het nuttigen van bier betrof en iets minder qua hardlopen (195e plaats).

Een Octrooigemachtigde, de heer Kaminski hield op 20 september een lezing over octrooien, patenten en soortgelijke zaken. Twee dagen daarna vond het traditionele voetbaltoernooi (wederom een vierkamp) plaats, met de traditionele uitslag en een dito vervolg in Nobel Blijdorp.

Inmiddels was er binnen Geodesie enige beroering ontstaan over de 'Meer-dan-konsumenten-gids'. Het doel van de gids, onderwijsevaluatie en voorlichting voor studenten, werd op pijnlijke wijze voorbij geschoten toen enkele negatief klinkende passages uit het geodesie-hoofdstuk in Delta en Volkskrant werden gepubliceerd. Na overleg tussen Faculteitsbestuur en Snellius werd een tussenweg overeengekomen, waarbij met behulp van genoemde gids toch tot een volwaardige evaluatie van het onderwijs op Geodesie gekomen zou kunnen worden.

Van 15 tot en met 22 oktober maakten zeven studenten deel uit van de Delftse delegatie, die in Polen deelnam aan het eerste 'Polish-Dutch Seminar On Geodesy'.

Menno-Jan Kraak promoveerde op 27 oktober op zijn proefschrift 'Computer-assisted cartographical three-dimensional imaging techniques'.

De dreigende maatregelen van Minister Deetman konden niet verhinderen dat tijdens de Algemene Ledenvergadering van 3 november alle plaatsen in bestuur en commissies weer werden bezet. Het bestuur bestond vanaf deze datum uit: Sonja van de Roemer, Kees Smit, Ina Elema, Annette Buis, Richard Bun en Jurgen ten Siethof; drie dames en drie heren aldus, uniek. De wisselingsreceptie eiste dit keer wonderwel geen slachtoffers onder de nieuwe bestuursleden (met dank aan de Norit-fabrikant!).

Het nieuwe bestuur zou het bepaald druk gaan krijgen met het komen en gaan van hoogleraren. Als eerste werd prof. Noordanus, de opvolger van prof. De Haan verwelkomd. Hij gaf op 10 november een kennismakingsborrel.

Voorts werd ook het begin van dit Snelliusjaar beheerst door acties tegen Minister Deetman. Zijn nieuwe bezuinigingsmaatregelen ontlokten medio november een actieweek, waarin niet alleen studenten maar ook docenten van hun onvrede blijk gaven. Veel docenten gaven gehoor aan de oproep om op woensdag 16 november 'alternatieve colleges' te geven.

Prof. Alberda hield op 22 november zijn afscheidsrede 'Meten, afbeelden, toedelen' in de speciaal voor deze gelegenheid opgetuigde en druk bezette

practicumzaal.
Een dag later vonden de diësexcursies plaats. Terwijl een bus vol geodeten in noordwaartse richting koers zette om nabij Schoonebeek de Nederlandse Aardolie Maatschappij te bezoeken, reed een tweetal 'Köhler-Toyoos' in tegenovergestelde richting, waarbij de Koninklijke Sterrenwacht in Ukkel, de typische Belgische 'fritten' en Philips in Eindhoven de reisdoelen waren. In Delft kwam alles en iedereen weer samen voor de traditionele boerenkool-maaltijd.
De week werd afgesloten met een afstudeerzitting. Pieter Lips, Erik-Jan van der Meer, Brigitta Mlsova, Geert van der Molen, Leonoor de Ruyter van Steveninck waren Snellius ontgroeid. Omdat Sinterklaas het te druk had met acties tegen Minister Deetman, werd Geodesie dit jaar vereerd met een bezoek van de Kerstman, die wel zeer ruim op tijd (6 december) arriveerde en bovendien incognito (in studenten-outfit) aanwezig was op het Winterfeest op 13 december. Voor de muzikale omlijsting bij dit feest tekende een bandje bestaand uit eerstejaars geodeten. Journaliste Esther Hageman haalde zich vele uiteenlopende reacties op de hals. In een artikel over de 'sociale links-han-digheid van ingenieurs' in de Volkskrant van 17 december stelde zij onder andere:
'De enige twee technische studies waarbij het tentamencijfer niet zoveel voorspellende waarde heeft, zijn bouwkunde en geodesie (landmeetkunde). Bouwkunde omdat het niet zo'n heel technische studie is, en geodesie omdat zo weinig mensen het studeren. Een student geodesie krijgt daardoor zoveel aandacht van de docenten dat het bijna een prestatie wordt een tentamen niet te halen.'

1989

In de per definitie stille maand januari nam het bestuur op 25 januari deel aan de Onderwijsdag van de TU. Studieverenigingen en onderwijzend personeel bespraken bij deze gelegenheid de goede en slechte kanten van colleges, practica, dictaten, e.d.
Mr. Rodrigues Lopes werd op 3 februari in het zonnetje gezet ter ere van zijn 25-jarig jubileum bij de Faculteit. In een kort daarop gepubliceerd dankwoord reageerde Lopes in geheel eigen stijl op deze gebeurtenis:
'De receptie was zoals ik gewild had, veel praten, weinig handen schudden en niet roken.'
En even verder:
'.....dat ik na 25 jaar echt thuis hoor in de Geodesie en daar, ondanks alles, veel sympathie geniet. Zelf had ik wel enig vermoeden daarvan, maar ik had mij toch ook lelijk kunnen vergissen.'

Op 23 februari nam prof. Van Berk afscheid van het Kadaster. Het Snellius-bestuur was uiteraard van de partij op de receptie in Apeldoorn.
Diezelfde middag startte een lezingencyclus met een voordracht van drs. Houtgast van het KNMI over de registratie van aardkorstbewegingen. Op 1 maart presenteerde prof. Berenbak van Hollandia Kloos alle tot dan toe vervaardigde ontwerpen voor een waterkering in de Nieuwe Waterweg. 'Het Nederlands Kadaster: uniek in de wereld'; ir. Polman, ir. Sonnenberg en prof. Henssen lichtten deze opportunistische stelling op 8 maart uitgebreid toe, waarna zij in de Snelliusbar een borrel gaven. De cyclus werd op 16 maart afgesloten met een lezing van dr.ir. Bos van het Ministerie van VROM over de 4e Nota Ruimtelijke Ordening. Tussen de bedrijven door kon men zich ontspannen op 23 februari, toen er in de Snelliusbar tot diep in de nacht stukken werden geschaakt en klavers werden gejast.
Een aantal harde werkers studeerde af op 24 februari. Lex van Alphen, Roelf van Dam, Anne-Sijds Hofland, Peter Joosten, Ruud van Rossem en Rob van de Schoot keerden Geodesie en Snellius op deze dag de rug toe.
Het officiële afscheid van prof. De Haan op 17 maart werd een groots gebeuren. In de ochtenduren vond een symposium plaats onder de titel 'Rechtsvorming in de sociale rechtsstaat'. De Haan besloot dit symposium 's middags met zijn afscheidscollege 'Rechtsvorming op het terrein van het onroerend-goedrecht'. Op 22 maart zorgden diverse grote en minder grote muzikale talenten voor een oorverdovend 'open-podium-feest'. Frits Brouwer en Peter de Wolf gaven op 29 maart een afscheidsborrel. Eerstgenoemde vertrok naar de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat, terwijl Peter de Wolf zijn diensten definitief ter beschikking van het Kadaster stelde.
Gewapend met de splinternieuwe Snellius-paraplu's waagde een selecte groep geodeten 'de kleine oversteek'. Onder de hoede van de Seloco bracht men een bezoek aan Engeland en meer in het bijzonder aan de steden Southampton, Oxford en Londen.
Op 26 april keken de geodetische voetbalfans massaal naar de wedstrijd Nederland - West-Duitsland, die in collegezaal C live op een groot scherm werd vertoond. Daags daarna kon men zich afreageren bij jeneverstokerij 'De Dubbele Adelaar'. Met het oog op de verkeersveiligheid kregen de bezoekers geen produktconfrontatie te verwerken, maar wel een fles 'Ketel 1' voor gebruik in huiselijke kring.
Op 28 april nam alweer een erelid van Snellius, prof. De Munck, afscheid van de Faculteit. Hij verwoordde de ervaringen uit zijn lange loopbaan onder de titel 'Het is tijd om afstand te nemen van de landmeetkunde' of 'De avonturen van een vreemde eend in de geobijt'.
Het IGSM-initiatief kreeg in 1989 een vervolg toen zo'n 150 Euro-geodeten begin mei samenschoolden in Bonn om zich aldaar zowel op wetenschappelijk als op sociaal terrein te manifesteren. Het Geofeest op 12 mei werd een

tropische verrassing gehuld in de swingende klanken van 'Colada Tropical' en allerhande exotische natjes en droogjes.
Felicia Breukink, Rob Lemmens, Jack Melgers, Nyckele Sap en Robert Voute mochten op 26 mei hun koperen plaatje in de maxi-piket schroeven en voortaan ir. voor hun naam zetten. Het zomerkamp vond wederom plaats in Wijster. Een kleine honderd geodeten genoten opnieuw van de gastvrijheid van de familie Fokkens, die aan de gebeurtenissen uit 1988 goede herinneringen bleek te hebben overgehouden. Henk de Heus trachtte zijn derdejaars tot hard werken aan te sporen middels eenzijdige en op het eerste gezicht onhaalbare weddenschappen om vaten bier. Hun consumptiedrang hiermede op pijnlijke wijze onderschattend, kostte hem dit een hoeveelheid bier, die zelfs de verzamelde zomerkampgangers niet in een avond soldaat konden maken. Voor Daan Gast was Wijster II het 25e zomerkamp, hetgeen op uitbundige wijze werd gevierd met een barbecue en een feestavond. Op 30 juni nam de heer Tempel, medewerker op het Satelliet Observatorium in Kootwijk afscheid van Geodesie.
Snellius kreeg in de zomermaanden een heuse wereldkampioen in de gelederen. Ardis Bollweg bleek in het Deense Aarhus 's werelds beste zeilster in de Laser-klasse. In diezelfde tijd verdween prof. Noordanus alweer van het toneel. Hij werd benoemd tot Wethouder Ruimtelijke Ordening en Stadsvernieuwing in de gemeente 's Gravenhage, eerst tijdelijk en later definitief.
Met enige huivering wachtte men in augustus de nieuwe lichting eerstejaars af. Aantallen uiteenlopend van veertig tot zestig deden al geruime tijd de ronde. Uiteindelijk werden het ongeveer vijftig eerstejaars; zo'n dertig van hen kwamen naar het eerstejaarsweekend in 'Vlietzigt' en zeker niet om eens lekker tot rust te komen.
Een bijna even groot aantal ouderejaars studeerde op 25 augustus af. Paul van Asperen, Harm Avenarius, Pieter Bresters, Raymond Feron, Jan Fischer, Hennie Genee, Herman Hilbers, Daan van der Hoeven, John Jansen, Bob Janssen, Ewout Korpershoek, Arjen de Leeuw, Hans van der Meij, Pieter Meijers, Ronald Molendijk, Bert Nootebos, Guido Quick, Arent Roggeveen, Arjan van de Ruit en Raoul Scheepmaker konden uit het ledenbestand worden geschrapt. Op 30 augustus nam Jan Warmerdam afscheid van de Faculteit; DIMES werd zijn nieuwe werkgever.
De extreem sportieve Snelliusleden konden hun lol op tijdens de Veluweloop op 9 september. Wijs geworden door de foutjes van het vorige jaar en met de nodige improvisaties werd een aansprekende 116e plaats behaald. Enkele dagen later moesten de nog stijve benen het alweer ontgelden tijdens de voetbal-vierkamp, waar de ouderejaars de scheidsrechter voldoende hadden gemanipuleerd om met de overwinning te kunnen gaan strijken. Het eerstejaarsfeest in Staminee zorgde voor een geslaagde 'cooling down'.

Op 21 september kwam het bestuur onder het kopje 'filmmarathon' opdraven met een groot scherm, een videoprojector en maar liefst vier films. Een enkeling wist deze monsterzit te volbrengen. Op zaterdag 23 september vond voor de tweede maal een 'oud-bestuursleden-reünie' plaats, dit keer in Scheveningen. Ondanks de wat tegenvallende opkomst wisten de verzamelde prominenten van weleer zich best te vermaken.

de lichting van 1989
van onder naar boven: /Annemarie van Bragt, Pieter Toor, Margot Rijksen, Jurjen Medendorp, Nicolien Haasbroek, Ronald Vallenduuk, Louise de Jong //Robert Rooij, Jacqueline Meerkerk, Maarten Scherpenzeel, Theo Ram, Johan Groot Nibbelink, Eric van der Zalm, Wieteke ter Horn, Arjan de Ruijter ///Arnoud de Bruijne, René van der Velden, Randolf ter Haar, Rob Kuenen ////Marco van der Horst, Guy Lemmens, Ramon Hanssen, Erik-Jan Kleingeld, Jeroen op 't Root, Ade Mulyana, Rineke Genuit, Henk de Lange /////Raoul Quadvlieg, Olwijn Leeuwenburgh, Sylvia Veenstra, Arjen Reeuwijk //////Rob van 't Zand (Bor)

Daan Gast vierde op 29 september zijn tweede zilveren jubileum binnen een jaar. Ter gelegenheid van zijn 25-jarig dienstverband bij de Faculteit kreeg hij op deze dag een receptie aangeboden. Op 4 oktober vond het door Snellius georganiseerde onderwijssymposium 'De opleiding tot geodeet: passen en meten' plaats. Enkele geodeten uit verschillende werkkringen lieten hun licht schijnen over het huidige onderwijspakket, waarna deze zeer geslaagde dag werd afgesloten met een forumdiscussie.
Prof. Van Berk was voorlopig de laatste in de lange rij van hoogleraren die de Faculteit verlieten. Op 27 oktober hield hij zijn afscheidsrede 'Een geodetische verkenning van de landinrichting in de jaren negentig'.
Een nieuwtje was het badmintontoernooi dat op 8 november in de Sportstichting plaatsvond en waarbij het meedoen weer eens belangrijker bleek dan het winnen. Op 16 november gingen bestuur en kandidaat-bestuur in de Snelliusbar publiekelijk met elkaar in de slag om voor het oog van de verzamelde barbezoekers een toch maar een zo onuitwisbaar mogelijke indruk achter te laten respectievelijk vooruit te werpen. Uitslag: onbeslist.
Met het oog op het naderende lustrum (november 1990) vond de bestuurswisseling wat later dan te doen gebruikelijk plaats. Op 23 november namen Bob 'Pim' Valten, Marcel Schram, Arienne de Muynck, Arjan Ooms, Peer Molenaar en Pierre Looman de taken van hun voorgangers over en verlegden zij op de bijbehorende receptie hun grenzen qua alcoholisch incasseringsvermogen.
Niet zonder moeite mochten zij de dag erna een drietal afstudeerders, Sandra Leijten, Nico Sneeuw en Job Suijker uitgeleide doen.
Op 30 november ging Snellius zeer massaal op diës-excursie. Eén groep bezocht de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat in Delft en de kerncentrale in Dodewaard, terwijl de andere groep de VARA-studio's in Hilversum en het ITC in Enschede met een bezoek vereerde. Het avondprogramma lag als vanouds zwaar op de maag. Op 14 december wisselden de geodesiestudenten van gedachten over de nieuwe ontwikkelingen met betrekking tot het onderwijs: de tweejarige basisstudie en het blokonderwijs. De resultaten hiervan kwamen uiteraard via de gebruikelijke kanalen op de vergadertafels terecht.
Het jaar werd op 21 december ontspannen afgesloten met een Winterfeest.

1990

Prof. De Haan werd op 8 januari benoemd tot eredoctor aan de Universiteit van Amsterdam. Zijn ideevorming over de structuur van het administratief recht en de verhouding tussen het publiek- en privaatrecht vormde de grondslag voor dit 'doctoraat honoris causa'.

Op 2 februari vierden alle 'bewoners' van Thijsseweg 11 samen het 15-jarig bestaan van hun gebouw. Tijdens het gevarieerde feestprogramma werd aan de nieuwe slogan 'kunst in het gebouw' daadwerkelijk gestalte gegeven.
De maand februari werd voorts gevuld met een aantal lezingen. Op 8 februari startte drs. Bekkers van TNO de reeks met een lezing over de toepassing van digitale terreinmodellen. Een week later was het de beurt aan ir. Vos van het Ministerie van WVC met een voordracht over archeologisch onderzoek met behulp van fotogrammetrie. Op 1 maart was er tenslotte een lezing over de funderingsproblematiek bij hoogbouw door ir. Feijen en ir. Bongers van de Dienst Gemeentewerken van de Gemeente Rotterdam. Op 15 februari trad Arjen Bax in het huwelijk met Annemarie van der Giessen.
Het Faculteitsbestuur had Snellius intussen (onder voorwaarde) een eenmalige bijdrage toegezegd voor de aanschaf van een PC. Op 21 februari besloot de Algemene Ledenvergadering om van dit aanbod gebruik te maken en inmiddels is 'Snellius' gedeeltelijk geautomatiseerd.
Op 23 februari stapelden Eric Hagemans, Romain Helmer en Thera Konvalinka en de 'ondefinieerbare' Jaap Zevenbergen zoveel mogelijk piketten op elkaar om aan te tonen dat zij inderdaad waren afgestudeerd.
Onder het motto '52 geodeten gingen naar Praag' vond eind april een excursie naar Tsjecho-Slowakije en Oostenrijk plaats. Mede door de ontwikkelingen in het Oostblok (kent U die term nog?) verliep deze reis veel soepeler dan verwacht. In het eveneens 'vrije' Hongarije vond in diezelfde week de derde IGSM plaats. Daar de meeste Snelliusleden de voorkeur gaven aan de excursie, bestond de Delftse IGSM-afvaardiging uit slechts vier personen. De resultaten van de Meeting waren er echter niet minder om: er werd een duidelijke opzet gemaakt om het incidentele karakter te vervangen door een meer structurele uitwisseling.
Op 2 mei promoveerde Ernst (Ejo) Schrama op zijn proefschrift 'The Role Of Orbit Errors In Processing Of Satellite Altimeter Data'. Daags daarna hield drs. Van Gulik van de Recherche Informatie Dienst een lezing over computer-criminaliteit, overigens zonder daarbij de toehoorders op slechte ideeën te brengen. Een twintigtal Snelliusleden reisde op 7 mei naar Rotterdam om aldaar de aanleg van de nieuwe spoortunnel nader te bezichtigen. Op 10 mei nam de onder geodesiestudenten zeer populaire mechanica-docent, Prof. Bots afscheid van de Faculteit der Technische Natuurkunde, uiteraard in aanwezigheid van Snellius. Een dag later vond het Geofeest plaats. Onder dekmantels als '4e Noordzee Conferentie' en 'Geo meets Geo' gingen uiteindelijk toch weer de bekende feestartikelen schuil, hetgeen de ondertitel 'Zuipen Of Verzuipen' al deed vermoeden.
Op 16 mei bleken nota bene de eerstejaars de beste volleyballers in de gelederen te hebben. De volgende dag vormde de inmiddels alweer traditionele barbecue de afsluiting van het winterseizoen.

Op 23 mei kregen Arjen Bax, Rik Duursma, Luc Goossens, Wilma Kok, Michel de Laat, Lelie Möller, Ron Nohlmans, Peter van Oorschot, Freek Rosman, Wim Sosef, David Stelpstra en Jos Verheijen de felbegeerde 'rode koker met inhoud' uitgereikt. Het zomerkamp, normaal gesproken hét voorbeeld bij uitstek van de eendracht onder geodeten, vond dit jaar op last van de notabelen van de Gemeente Zierikzee verdeeld over twee kampterreinen plaats. Deze waakzaamheid tegen concurrentievervalsing kwam de 1e- en 2e-jaars op heel wat extra fietstochtjes te staan om het basiskamp (met de bar) te bereiken; rare jongens die Zeeuwen! Het enorme aanpassingsvermogen van de gedupeerden zorgde er evenwel voor dat het leed betrekkelijk snel geleden was.
Dirk Boswinkel gaf op 16 juli een afscheidsborrel bij zijn vertrek van de Faculteit.
De eerstejaars maakten al vroeg in augustus kennis met Snellius en vooral met elkaar; een en ander uiteraard tijdens het eerstejaarsweekend in Vlietzigt.

Nawoord

Zonder enige twijfel zijn in dit artikel gebeurtenissen en/of personen onvermeld gebleven; ik denk daarbij onder andere aan al die mensen die zich in de diverse commissies hebben bezig gehouden met het onderwijs.
Laat een ieder er echter van verzekerd zijn, dat zijn/haar inzet van groot belang is geweest en dat Snellius zonder hem/haar niet zou zijn wat ze nu is: een dynamische en enthousiaste studievereniging die een belangrijke plaats binnen de Faculteit der Geodesie inneemt en al 50 jaar op weg is, in de goede richting.

VARIA

Prof. Rummel tijdens college: "Ik doe het een keer voor zodat jullie het figuren van dezelfde eenvoudigheid kunnen uitleggen".

Nicolien na 75 kilometers Delft-Zeeland tegen andere studente: "Ik ben zo moeoe!". Annemarie: "Ja, ik ben nu aan het eten".

In de Snelliusbar: "Heb jij nog een anekdote voor de variabak?".
Bun: "Nee, maar dan moet je maar eens zeegeodesie gaan volgen bij de Munck!".

Tijdens Raads- en bestuurslunch van het bestuur een gesprek over de storm van 25 januari 1990.
Lopes: "Tijdens de geweldige storm heeft zelfs mijn beuk het begeven".
Peer: "Het was dan ook wel een beukende wind".

Wel eens geprobeerd de vloer droog te trekken met een droogtrekker zonder rubber? Arienne wel, na de bestuurswissel. De krassen bleken de volgende dag dan ook tot halverwege de tegels te zitten.

Mamadou: "Ik kan een bierflesje met mijn tanden openen".
Arienne: "Hebben jullie dan geen openers?".

Jaap Zevenbergen: "IQ is het aantal pilsjes dat je kunt drinken voordat je dement bent".

w-toets, F-toets, spatiebalk

Na het lezen van een artikel waar men nog een hele dag deed over het inverteren van een tien keer tien matrix:
"Kun je nagaan hoe lang Alberda over zijn P.O. heeft gedaan".

Polleke in de Snelliusbar: "Ik begrijp niets van geodetenverhoudingen, dat is nog vager dan een vereffening".

Karel tijdens GPS-presentatie: "Boven op de berg heb je troposfeer, en beneden heb je .... veel meer troposfeer".

Student 1: "Geodesie is eigenlijk maar een klein wereldje, later kom je elkaar altijd weer tegen".
Student 2: "Klopt, ik begin namelijk een kroeg".

Remco komt Snelliuskamer binnen rennen: "Stilte, er zijn een paar mensen een tentamen aan het afmaken".

Gelezen in inleiding landmeetkunde tentamens:
- definitie optische micrometer: wordt bij optische afstandsmeter gebruikt om heel kleine afstanden te kunnen meten op grote afstanden.
- definitie eigenmaten: maten die niet tot een SI eenheid behoren. Bijvoorbeeld de beenlengte van Lubbers, diameter fietswiel van Marie en je elleboog.

Prof. de Munck tijdens college: "Zo'n schuit gaat niet alleen heen en weer maar ook op en neer, alsof hij een borrel op heeft".

Johannes: "Ooms, je bent een grote Kanaalweg 23-sukkel".
Herr Ohmss: "Kappen kerel, ik ben een prima vent!"

Prof. de Haan tijdens afstuderen: "Dan teken ik hier even een basislijn. U weet allemaal wat dat is. Ikzelf niet trouwens".

Bakker tijdens college over de noordpool: "Daar kun je wel dertig graden langs de parallelcircel lopen zonder dat je een afstand aflegt.........bij wijze van spreken dan".

Tijdens excursie naar het buitenland.
Wij moeten elkaar nog drie mark betalen maar dat is zo weinig, ik scheld het je kwijt.

Buschauffeur: "Over enkele kilometers nemen we een pauze van ongeveer een half uur".
Reactie: "Snel doordrinken, anders moet je niet naar de WC en dat zou zonde zijn van de pauze".

Lalesse: "Hebben jullie daar al een punt in de wei gemaakt"?
Meetploeg: "Nee".
Lalesse: "Juist ja, hebben jullie er dan al heen gemeten?".

Van Lamsweerde, nog de touwtjes in handen tijdens zijn laatste zomerkamp, gaat in een berm staan en vraagt aan de langs die weg opererende meetploeg: "En hoe klassificeren jullie dit?". Het antwoord, waarheidsgetrouw: "Buiten ons gebied".

Tijdens projectvergadering roept voorzitter Ruben uit als diverse mensen door elkaar zitten te praten: "We zijn hier niet bezig met discussiegroepjes, maar met een groepsdiscussie".

De wereld is plat,
zeker weten doe ik dat.
Geen formules,
geen getallen;
ik heb een aambeeld
op m'n globe laten vallen

- $\mathit{Hum}_{ij} = \sum_{i=1}^{6} \sum_{j=1}^{\mathit{vaag}} \mathit{geo}_{ij} \quad \wedge \quad \mathit{geo} = \mathit{vaag}'$
- $(\mathit{vaag}')^{-1} = \mathit{gaaf}$
- $\exists\, \mathit{hum}_{1j} \mid \mathit{hum}_{1j} = (\mathit{vaag}')^{-1}$

EXCURSIE ITALIE 1986

Het kleinste probleem was wel de bestemming voor de Snelliusexcursie van 1985; Italië natuurlijk!
Gedachten aan dit Mediterane land alleen al maakte bij de excursiecommissie al een overvloed aan emoties los. Zon, wijn en pizza's. Maar natuurlijk ook de snelle mode, exotische eau-de-toilettes en gezonnebrilde schonen op felle scooters.
Dat Italië ook een schat aan geodetische kunst heeft, was op zijn minst toch mooi meegenomen. Zo ook de aanwezigheid van de heren Brouwer en Van Voorden die als begeleider voor een wetenschappelijke en sfeerverhogende noot zorgdroegen.

April was de maand waarin het allemaal gebeurde; 19 - 27 april om precies te zijn. Ideaal om de nationale feestdagen heen gepland, zo bleek achteraf. Toch eigenlijk nog een hele prestatie, dat de accommodatie in Florence nog net op tijd was geregeld; twee dagen voor arriveren.
Naast Florence werden echter eerst nog Parma en Bologna bezocht.

PARMA, ingeklemd tussen de Po-vlakte en Apenijnen, was het eerste reisdoel. Een weinig spectaculaire stad met echter wel de nodige interessante geodetische bezienswaardigheden.

- Gruppo Compagnie Aeronautiche: belangrijkste aktiviteiten van deze bedrijvengroep waren luchtkaartering, landmeetkunde, fotogrammetrie en remote sensing. Interessant was de bezichtiging van het vliegtuigje op het plaatselijke vliegveld, dat de fotovluchten uitvoerde. Ook de lunch was voor velen onvergetelijk.

BOLOGNA, studentenstad vol leven en immens gezellig. Vooral de avonden begonnen hier aan betekenis te winnen. Toch waren de dagen ook boeiend.

- Universiteit van Bologna. De lezingen in deze in 1088 gestichte universiteit met 60.000 studenten werden verzorgd door Prof. Unguendoli en Dr. Zerbini. De eerste onthulde de details van de Italiaanse onderwijsstruktuur en begeleidde zijn gevolg door de oude gedeelten van deze oudste universiteit ter wereld.
De geodesie-studie als zodanig zoals wij deze in Nederland kennen, bestaat in Italië niet. Diverse onderdelen van de studie worden gedoceerd aan de universitaire richtingen engineering, sciences, agriculture en architecture.
Dat geodetische internationale samenwerking al jaren reeds haar vruchten afwerpt, bewijzen diverse projekten, aldus Dr. Zerbini:
1. Wegener/Medlas-projekt in het kader van de studie naar aardkorstbeweging

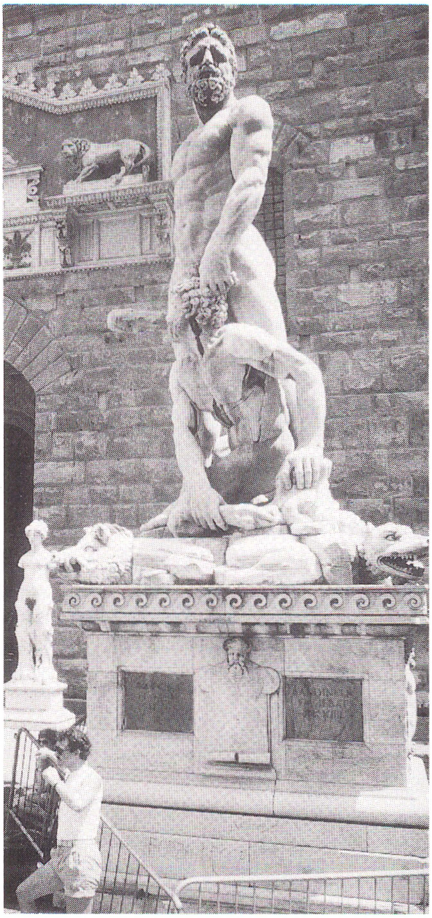
in het Oostelijk Middelands Zeegebied.
2. Lageos 2-projekt voor de lancering van deze satelliet ten behoeve van waarnemingen.
3. VLBI voor geodetische en astronomische doeleinden.

- Ook Officio Analisi heette ons welkom om haar bezigheden te presenteren. Belangrijkste werkzaamheden waren het verzamelen en weergeven van statistische gegevens met betrekking tot diverse demografische, geologische en planningsaspekten.

Michelangelo...David...groene heuvelen en cypressen. Kortom: FLORENCE en Toscane. Naast diverse culturele hoogtepunten bood deze renaissance-stad divers geodesie-vermaak.

- Instituto Geografico Militare. Dit instituut is verantwoordelijk voor de toelevering van betrouwbare coördinaten aan vijf geautoriseerde kartografische instituten. Tevens is dit instituut de grootste producent van kaarten in Italië. De bibliotheek met zo'n 175.000 kaarten was indrukwekkend.

- Institute for environmental Analysis and Remote Sensing. Een dia-presentatie en de gang langs diverse fotogrammetrische instrumenten, maakte duidelijk dat ook de geodeet met milieu-interesse goed zijn plaats kan vinden. Via diverse RS-technieken werd bij dit instituut onderzoek gedaan naar vegetatie, meteorologie en de staat van diverse akkergronden.



Figuur: Michelangelo in Florence

Toen we de regen tegen de busramen zagen slaan, wisten we dat we weer in Nederland waren. Meer nog dan de "wetenschappelijke" excursies hebben diverse belevenissen er omheen, van deze reis er een gemaakt om met weemoed aan terug te denken.

VIVA ITALIA

excursiecommissie: Hennie Genee
Mark Lammerts
Eric Hagemans
Luc Goossens
San Han

EXCURSIE DENEMARKEN 1987

Op zondag 26 april vertrok een bus vol studenten richting Hannover. De begeleiders waren prof.dr. R. Rummel en ir. J.B. Ebbinge. In Hannover werd op maandag de universiteit bezocht. De afdeling Geodesie is ondergebracht bij het "Bauwesen" samen met de afdelingen Civiele Techniek en Bouwkunde. De afdeling bestaat uit vier min of meer onafhankelijke instituten; het instituut voor kartografie, het instituut voor fotogrammetrie, het geodetisch instituut en het instituut voor hogere geodesie. Na een rondleiding door deze instituten werden we 's middags door de studentenvereniging uitgenodigd voor "Dämmerschöppen" op het dakterras. Dit werd een gezellige avondvullende borrel.

De volgende ochtend stond de reis naar Kopenhagen op het programma, het bezoek aan de hydro-dynamische metingen in de Oostzee ging helaas niet door. De jeugdherberg in Kopenhagen lag buiten het centrum en we werden dan ook 's avonds in de stad afgezet voor een korte verkenning.

Op woensdag werd de groep in tweeën gesplitst, we bezochten het bedrijf Geoplan en het Deense kadaster (Matrikeldirektoratet). Tussen de middag werd gezamenlijk geluncht bij het kadaster met het typisch Deense smørrebrød. Geoplan is een fotogrammetrisch bedrijf dat zich bezig houdt met luchtfotografie,

fotogrammetrie, digitale kaartvervaardiging, landmeetkunde/plaatsbepaling en consultancy. Na een inleiding en diapresentatie zijn we rondgeleid door het bedrijf. Bij het kadaster kregen we uitleg over het kadastrale systeem van Denemarken en over de plannen om een digitale basiskaart van alle percelen in Denemarken te gaan maken.

Donderdagochtend bezochten we het Deense geodetische instituut wat ressorteert onder het ministerie van defensie. Dit instituut is voor dit ministerie de denktank op het gebied van de geodesie. Verder verzorgt dit instituut de produktie van alle topografische kaarten van Denemarken en is verantwoordelijk voor het nationale driehoeks- en waterpasnet. Het instituut werkt verder aan vereffening van het noordelijke deel van het RETrig-netwerk en het in kaart brengen van Groenland. We kregen hier een serie voordrachten over het instituut met in de pauze geen koffie maar een krat Tuborg Grøn en Carlsberg Elephant Beer, een geodetische werkplek kan dus heel gezellig zijn! 's Middags was een bezoek aan de Carlsberg bierbrouwerij gepland. Het bierbrouwen was alom wel bekend en men zat dan ook te smachten naar een produktconfrontatie (ook al bekend).

Vrijdag 1 mei is een nationale feestdag in Denemarken; op wetenschappelijk gebied was er niets te beleven. In Kopenhagen zelf was het extreem druk met feestvierende Denen. Deze dag was ter vrije besteding met 's middags een sightseeing onder leiding van een gids voor geïnteresseerden. Ongeveer 15 excursiegangers bezochten Malmö (Zweden) waar op 1 mei bar weinig te doen bleek.

Op zaterdag aanvaarden we de terugtocht richting Lübeck, hierbij werd een toeristische route gevolgd via het eiland Møn. Dit eiland staat bekend om zijn steile klippen aan de kust, "Møns Klint", hier werd ook de lunch genuttigd. De laatste avond werd Lübeck onveilig gemaakt door 'hupsende' geodeten. Zondag vervolgden we de terugreis naar Delft met een afscheidsdiner in Apeldoorn.

Excursiecommissie: Raymon Feron
Sandra Leijten
Eric de Min
Femmy-Anne Snijders
Dieter Lange

EXCURSIE BARCELONA 1988

Op zaterdag 23 april, half 6 's ochtends, verkoos een groep van 38 studenten onder leiding van het duo Jan en Joop (respectievelijk prof.ir. J.C. de Munck en ing. J.Th. Gravesteijn) de sombere Delftse regen te verruilen voor de hete Spaanse zon. Slechts weinigen durfden deze barre, lange tocht aan... maar zij zouden niet teleurgesteld worden.
Reeds onderweg bleek het "bussen" een fijne hobby en na een nachtje jeugdherbergen in Lyon, wat bij enkelen nog steeds tot balloriGheid leidt, kwam Spanje in zicht. Helaas begon het na de Spaanse grens behoorlijk te regenen, waardoor de voorspelling van een zonovergoten excursieweek in de kiem werd gesmoord. Gelukkig werd de stemming weer beter, bij het zien van ons in het centrum gelegen, ietwat louche jeugdhotel.

Na een nachtje Spaanse sfeer inademen, gingen we op maandag naar het Kartografisch Instituut van Catalonië. Verdeeld over drie verschillende gebouwen, werden een kaartenkamer, LANDSAT- en SPOT-beelden Intergraph- en Wild-instrumenten bekeken en een aantal sprekers aangehoord. Het geheel werd afgesloten met een lunch.
Hierna werden de Olympische accommodaties voor de Spelen van '92 met de bus opgezocht. Eerst werd er een film vertoond over alle maatregelen die nog getroffen moesten worden voor het zover zou zijn en aansluitend bezochten we het in aanbouw zijnde stadion 'Mont Juich'.

Op dinsdag stond een bezoek aan de fysische faculteit van de Universiteit van Barcelona op het programma. Dit werd niet echt een succes, daar de studie niet veel overeenkomst toont met Geodesie en er niet veel geregeld was. De lunch was daarentegen zeer overvloedig en er werden leuke contacten met Spaanse studenten gelegd, die ons 's avonds wel eens wegwijs zouden maken in de stad.
's Middags was het tijd voor een culturele trip en met een zeer kleine, maar oh zo charmante gids maakten we een rondrit door de stad.
's Avonds laat op een terras, werd Jan de Munck jarig en door vele Spaanse en Nederlandse schonen gefeliciteerd. Zelfs een Barcelonese "Lorre" werd ontdekt!

Op woensdag gingen we naar de Planologische Dienst, waar ze niet ècht op ons gerekend hadden; we werden van hot naar haar gestuurd om uiteindelijk een enkel Spaans sprekende vervanger te treffen. Gelukkig hadden wij een Spaanstalige student bij ons, die heldhaftig het twee uur durende verhaal over het stratenplan van Barcelona vertaalde.
De middag werd op verschillende, vaak culturele, manieren doorgebracht. Zo werden het Picassomuseum, het zeevaartmuseum, het Guellpark en de Sagrada Familia bezocht.

Deze dag werd afgesloten met een gezamenlijke paellamaaltijd, waarbij Jan de Munck ter ere van zijn verjaardag een sombrero kreeg.

Op donderdag lieten wij een stralend Barcelona achter en begaven ons op weg naar Grasse, Frankrijk. Hier kon men eindelijk een avondje uitrusten in het comfortabele niet-commerciële hotel, met zwembad.

De volgende ochtend stond een grote grijze excentriekeling ons bij het ontbijt op te wachten. Dit bleek onze gastheer, prof. Kovalevski, voor die dag te zijn. Hij gidste ons naar het satellietobservatorium (CERGA), dat maar liefst op 1300 meter hoogte is gelegen. Het geheel zag er uit als een kale hoogvlakte, met her en der verspreide koepeltjes en futuristisch aandoende bouwsels. In de koude werden ons heel wat instrumenten getoond. Na een spannende terugweg over slingerende bergpaadjes, besloten we 's avonds de mondaine badplaats Cannes te bezoeken.

Op zaterdag gingen we terug naar Nederland. We overnachtten in Dijon alwaar er nog wat uitspattingen plaatsvonden.
Op zondagavond werd de slotmaaltijd in een alom bekend restaurant in Deurne genuttigd. De laatste dankwoordjes, cadeaus en dergelijke werden uitgewisseld en men ging met een weemoedig gevoel terug naar Delft, alwaar het leven gewoon zijn gangetje was gegaan.

De Barcelona excursiecommissie: Peter van Oorschot
Emile Weesie
Richard Schutte
Ingrid Hugen
Boudewijn Spiering

EXCURSIE ENGELAND 1989

In het collegejaar '88-'89 ging de excursie op zaterdag 15 april van start. In acht dagen werden er in Engeland bezoekjes gebracht aan Southampton, Oxford en Londen.
De commissieleden hadden het voor elkaar gekregen om met een volle bus studenten Engeland te doorkruisen. Maar liefst 52 studenten van verschillende jaargangen gingen mee. De begeleiders die ons dit jaar tijdens de excursie vergezelde waren dr. M.J. Kraak en ir. G. Bakker. Rob, de Haagse chauffeur, reed ons met zijn BAB-bus van hot naar haar.

15 april: De reis van Delft, via Duinkerken-Ramsgate, naar Southampton.

16 april: Sightseeing South England
Het bekijken van de populaire steentjes in Stonehenge en een van de langste kathedralen ter wereld in Winchester.

17 april: De onderwerpen die tijdens ons bezoek aan **Ordnance Survey** werden behandeld waren:
- History and Work of the OS door P. Opie-Smith
- Photogrammetry door M. Proctor en K. Murray
- Digital Mapping door A. Kennedy
- Using a Digital Database door G. Smith

18 april: Na een onrustig nacht in de plaatselijke jeugdherberg in Oxford, worden twee instellingen bezocht.
- **Oxford Polytechnic:** R. Anson en D. Vicars vertelden ons over hun studieprogramma en Computer assisted Cartography. Daarna lieten zij ons hun Catographic laboratory zien.
- **Oxford University** : Hier werden twee lezingen gegeven
- B. Parsons had het over 'Mantle Convection and the Oceanic Lithosphere, Constraits from Satellite Altimetry'
- P. England vertelde ons over 'Geophysical Applications of Precise Positioning (GPS)

19 april: Meteen na de Oxford-Londen trip werden we gedumpt voor de **London University** waar we de geschiedenis te horen kregen van de Britse Planologie.

20 april: Met de bus werden we naar de **Old Royal Observatory** van Greenwich gebracht, waar ieder op eigen gelegenheid de musea kon

bekijken en de Nul meridiaan betasten.
Na een reisje met de boot over de Thames gingen we naar **Shell U.K.** M.Jensen en B. Hulshof lieten in een paar uur de activiteiten van Shell U.K. zien.

21 april: Ter afsluiting van de Engeland Excursie werd het **British Library** met de speciale tentoonstelling 'What use is a map' bezocht. De rest van de dag werd Londen op eigen gelegenheid verkend.

22 april: Er werd op de weg naar Delft een stop gemaakt in Antwerpen voor de slotmaaltijd.

Voor meer informatie betreffende de bezoekjes aan de eerder genoemde instellingen en het meer ontspannende gedeelte van de excursie, verwijs ik u naar het Engelandexcursieverslag 1989. Daarin wordt het technische en a-technische gedeelte uitvoerig behandeld.

SELOCO'89

Excursiecommissie: Jan Jaap Hauser
Betty Anemaat
Eugène-Emile Kuis
Bob Valten
Marcel Schram
Patrick Tax

EXCURSIE PRAAG - BRATISLAVA - WENEN 1990

Voor de deelnemers begint een excursie bij het instappen in de bus, of de avond tevoren, met het inpakken van een koffer of tas. De excursiecommissie is dan echter al een paar maanden bezig, en voor hen is de excursieweek slechts de climax van een jaar hard werken, dat ook na deze week nog wel even door zal gaan. De lezer zal het mij dan ook hopelijk niet kwalijk nemen, als het verslag van de excursie tevens een verslag zal zijn van de verrichtingen van de commissie in het voorafgaande halve jaar. De afwikkeling naderhand zal, doordat de inzenddatum voor het lustrumboek valt voor de geplande afsluitdatum van het werk van de commissie, niet in zijn geheel kunnen worden opgenomen. Toch hoop ik dat hierbij een duidelijk overzicht geschetst zal worden van het werk dat een excursiecommissie moet verrichten, om 50 studenten een week lang bezig te houden.

Het begon allemaal tijdens de Engelandexcursie van '89, toen de eerste contacten gelegd werden voor de commissie, die tijdens het daarop volgende zomerkamp gecompleteerd werd. In september werd met het werk begonnen. Het eerste punt was het vinden van een bestemming. Het leek ons interessant om een bezoek te brengen aan een Oostblokland, en na een inventarisering van de mogelijkheden viel de keus op Tsjechoslowakije. Het was september 1989, en wij waren nog onwetend van de veranderingen, die de komende tijd achter het ijzeren gordijn zouden plaatsvinden...
Het hoofddoel van een buitenlandse excursie is het kennismaken met de geodesie zoals die buiten onze landsgrenzen wordt bedreven. Er worden in het betreffende land contacten, die via de hoogleraren en medewerkers van de faculteit verkregen worden, aangeschreven met het verzoek het betreffende bedrijf c.q. de instantie te mogen bezoeken. De reacties uit Wenen, dat wij besloten hadden ook in het programma op te nemen (gezien de geringe afstand tot Bratislava), waren enthousiast en kwamen spoedig. De antwoorden uit Tsjechoslowakije lieten echter lang op zich wachten. Toen in november de revolutie uitbrak, had men ook wel wat anders aan het hoofd, dan het ontvangen van een groep buitenlandse studenten. Nadat de situatie enigszins tot rust was gekomen, kostte het ook nog de nodige moeite om de bezoeken gedaan te krijgen. Het lukte ons echter om een aantrekkelijk programma samen te stellen.
Bij het regelen van de huisvesting merkten we echter dat de oude situatie niet zomaar veranderde. Alles moest nog via de officiële weg geregeld worden, hetgeen tussen de Nederlandse en de Tsjechoslowaakse prijs een factor 6 verschil opleverde. Gelukkig werd het onderdak in Praag door de universiteit ter plaatse geregeld tegen de Tsjechoslowaakse prijs, hetgeen ons een aanzienlijke besparing opleverde.
Dit brengt mij bij één van de belangrijkste aspecten van een excursie, het financiële gedeelte. Hiervoor kan de commissie rekenen op een bijdrage van de

faculteit, een toelage uit het studiereisfonds van de VSSD, en benadert zij bedrijven met het verzoek de excursie financieel te ondersteunen. De rest van het budget wordt door de deelnemers zelf bijeengebracht in de vorm van deelnemersgeld. Het geld wordt uitgegeven aan een bus, voor het vervoer, hotels en jeugdherbergen, voor de huisvesting, een tegemoetkoming in de voedingskosten, en diverse kleinere zaken. Ook financieel hadden we te maken met de ouderwetse bureaucratie. Per persoon moest tegen een ongunstige koers een vastgesteld bedrag gewisseld worden, en om dit voor de hele groep gedaan te krijgen, is de commissie een middag bezig geweest.

Tijdens de reis zagen we wat veertig jaar communisme tot resultaat heeft gehad. Op de universiteit zagen we apparatuur in gebruik, die bij ons al lang naar een museum zou zijn verhuisd. Een teken van verandering was, dat men zich realiseerde dat men achterliep, en ondanks de veranderingen niet zomaar deze achterstand zou kunnen wegwerken.

Het levensonderhoud was voor ons westerlingen absurd goedkoop. Voor een kwartje had je een halve liter bier, een maaltijd had je voor een paar gulden, en voor vijf cent reisde je met het openbaar vervoer. Doordat wij in de zelfde week ook nog een bezoek brachten aan Wenen, werden wij duidelijk met het contrast tussen oost en west geconfronteerd. In Wenen zagen we weer de technologie zoals wij die kenden. De mensen hadden toegang tot de moderne technieken, en hadden de mogelijkheid hun talenten ten volle aan te wenden en te ontwikkelen. Wij hadden flink wat stof tot nadenken opgedaan en arriveerden geestelijk, maar ook lichamelijk vermoeid weer in Delft. Nu begon voor de commissie de afwerking, die voornamelijk bestaat uit een financiële afhandeling en het schrijven van een verslag.

Toch kan ik zeggen, en met mij de hele commissie, dat alle tijd die de gehele organisatie ons gekost heeft, zeker een positief rendement heeft opgeleverd. Wij hebben toch maar 50 personen een onvergetelijke week bezorgd, en alle dankuitingen achteraf leveren toch een tevreden gevoel op.

Rest ons nog professor Ligterink en ingenieur Kok, die tijdens de excursie heel even ook professor was, te bedanken voor het feit dat zij ons hebben willen vergezellen, en ingenieur Miels voor haar bemiddeling.

Excursiecommissie: Aegidius Kap
Ronald van Coevorden
Rob de Koning
Koos van Rij
Remco van Soest

EERSTE INTERNATIONALE GEODETISCHE STUDENTEN CONGRES IN DELFT

Inleiding

Het was een groot succes die eerste "international geodetic student meeting" (IGSM). Niet alleen de gezelligheid en het prachtige weer zorgden hiervoor. Het was ook interessant en nuttig om kennis te maken met 15 andere geodesie faculteiten uit Europa. Dat er nadien vog veel meer gebeurd is bewijst het succes bovenal. Nederlandse geodeten, studenten of ingenieurs, kunnen trots zijn op hun Landmeetkundig Gezelschap "Snellius".

Voorgeschiedenis

In het jaar '86/'87 vond het toenmalige Snelliusbestuur het de hoogste tijd om uit het Thysseweg 11-huiskamerisolement te raken. Contacten met andere geodeten zouden namelijk kunnen bijdragen tot de oplossing van eigen problemen en uitwisselingen en stages zouden makkelijker gerealiseerd kunnen worden.
In mei van 1987 werden de eerste brieven geschreven waarin gepeild werd of er interesse bestond voor contact. Een half jaar later begon de "Committee Snellius International" met de organisatie van het eerste IGSM.
Reacties van alle kanten waren overweldigend; eind januari 1988 waren er ruim 200 aanmeldingen; begin februari kwam de financiering rond dankzij de sponsorgelden van een groot aantal bedrijven en instellingen; het personeel van onze facultiet verleende alle medewerking; en een groep enthousiaste studenten wilden graag meehelpen met de organisatie.
Half maart rolden de programmaboekjes van de pers, dezelfde dag nog door de onmisbare postdiensten over Europa verspreid.

Toen was het 12 mei.

Het programma

Donderdag, 12 mei
Donderdagavond vanaf 18:00 uur kwamen groep na groep de Denen, Finnen, Polen, Duitsers, Oostenrijkers en als laatsten de Spanjaarden binnenrollen bij Partycentrum "de Koophandel". Ondanks duidelijke aanwijzingen waren de Spanjaarden er toch in geslaagd bij een verkeerd adres aan te kloppen en

opschudding te veroorzaken bij de Kamer van Koophandel door bij een onschuldige receptioniste een biertje te bestellen. Dit verhaal sloeg in bij de IGSM-ers en het ijs was gebroken. De avond was enorm gezellig, de ontvangsr was geslaagd geweest. De deelnemers hadden zin in de volgende dagen.

Vrijdag, 13 mei
De vrijdag stond centraal vanwege de geplande landenvergadering. In een lange rij auto's verplaatsen we ons van kampeerboederij "Vlietzigt" naar de faculteit. Na de officiële opening door Daan van der Hoeven, de voorzitter van het "Committee Snellius International", zou de ochtend gevuld worden met viertal lezingen. Professor Alberda voerde het woord over geodesie in Nederland. De toenmallige voorzitter van Snellius, Karel Zuidweg behandelde kort onze studievereniging en haar vele activiteiten en doelen. Deze sprekende uiteenzetting werd gevolgd door een lezing van professor Rummel over satellietmethoden met betrekking tot geodynamica en het aardse zwaartekrachtveld.

Hoewel nog lang niet aan koffie toe, werd toch maar even een goed bakkie Hollandse troost genuttigd. Hierna sprak professor Bogaerts over internationale activiteiten op het gebied van vastgoedinformatie en kartografie.

De heren hadden het goed voor elkaar. Het publiek was geboeid geweest.

Toen kon er gelunched worden. De weldadige lunch, geheel en al verzorgd door het ITC, werd met smaak onder een brandende zon genuttigd. Verzadigd en verkwikt konden we toen aanstalten maken om aan te vangen met het belangrijkste programmaonderdeel, de plenaire landenvergadering. met recht trots zijn op het genomen initiatief.

Van de 15 faculteiten namen vertegenwoordigers plaats achter de opgestelde microfonen. De geluidstechnici garandeerden een heldere verslaglegging van hetgeen besproken zou worden. De 150 deelnemers zetelden zich en de vergadering kon beginnen.

De vier uur durende marathonzitting werden gevuld met van elke faculteit een algemene introduktie, een overzicht van studentenactiviteiten, uiteenzettingen over het onderwijsprogramma, over onderzoeksprojecten, over specifieke problemen, mogelijkheden op de arbeidsmarkt, stagemogelijkheden en uitwisselingsmogelijkheden. Tevens werd er gesproken het nut van internationale samenwerking, de vorm waarin die dan zou moeten bestaan, en hoe het praktisch uitgewerkt zou moeten worden. Uiteindelijk zou gekozen worden of IGSM een jaarlijkse terugkerend evenement zou moeten zijn. Het enthousiasme was groot en toen de faculteit van Bonn zich offieël uitsprak als organisator van het IGSM

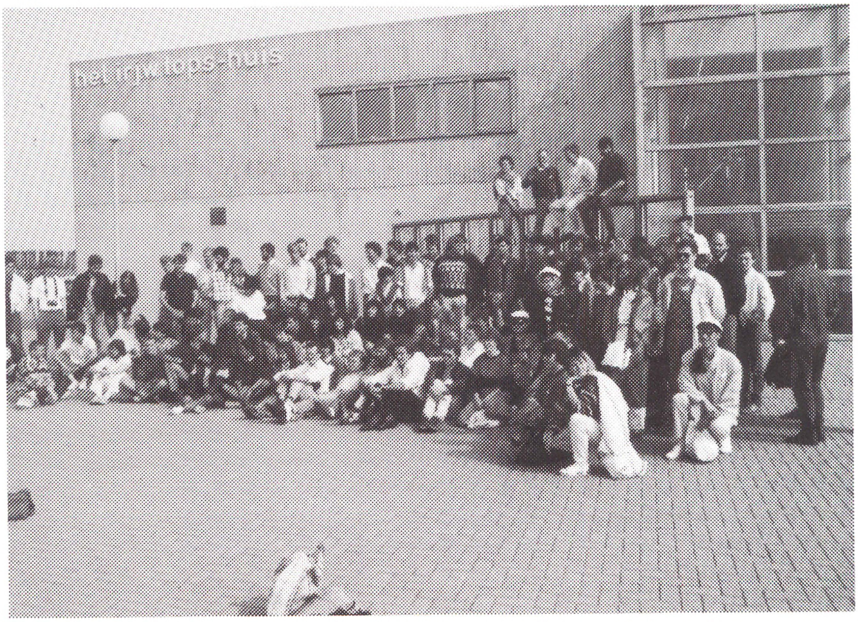
1989, was de vergadering afgelopen. "Snellius" mocht met recht trots zijn op het genomen initiatief.

Op één en ander is toen het glas geheven in de sociëteit Tyche, waar na het diner ook de rest van de avond in gemoedelijke sfeer werd doorgebracht.

Zaterdag, 14 mei
De volgende dag was bestemd om het fenomeen "Nederland" nader te bekijken met een bezoek aan de Oosterscheldedam. Na een bezoek aan het Topshuis - het controle centrum - en het beklimmen van een pijler en verkeerskoker, werd een rondvaart gemaakt. We genoten van het fraaie uitzicht dat we vanaf de boot op de dam hadden. Na beëindiging van deze tocht was het lunchtijd. Het programma werd besloten met een tweetal lezingen en een film, waarin de technische en geodetische aspecten van het ontwerp en de bouw van de dam nader werden toegelicht. Hierbij werd een keur van hypermoderne automatische volg-, waarnemings-, scan-en registratieapparatuur getoond.

Toen was het tijd om weer din de bussen te stappen naar Scheveingen te vertrekken, waar een booot klaar lag, geladen met drank en barbequevlees. Met dit schip maakten we al borrelend en barbecueënd een drie uur durende tocht langs de kust. Ter hoogte van Noordwijk werd het roer door de commissie 180

graden omgegooid. Met een kalm gangetje en met ondergaande zon, een kabbelende zee, gejoel van het bovendek en romantische liefdesleideren uit het vooronder, wisten wij dat het goed was...



Om negen uur voeren we Scheveningen-Haven weer binnen, waar we een onvergetelijke ervaring rijker weer de bus instapten.

En nog was deze dag niet ten einde. De klap op de vuurpijl stond ons nog te wachten: het Geofeest, het jaarlijks terugkerende grote feest op onze faculteit. Er speelde diverse bands, er waren diverse bars en veel jolijt. Vanaf half twee bracht de IGSM-blauwe taxibus oververmoeide deelnemers terug. Voor velen echter duurde het feest tot het ochtendgloren...

Zondag, 15 mei
De laatste paar uurtjes van het IGSM begonnen zondagmorgen. Een afscheids-brunch stond nog op het programma. Deze brunch vond plaats onder het groene lover van een rustiek gelegen restaurantje in het Delftse Hout. Het moment van afscheid was gekomen. Vele dankbetuigingen, beloftes voor volgend jaar en zoenen werden uitgewisseld en groep na groep trok huiswaarts. Opgelucht, doch ook met een enigszins leeg gevoel dronken we nog een bier en het grote opruimen kon beginnen.

Op "Vlietzigt" waren reeds de opbouwers (nu dus afbrekers) bezig met het tentenkamp te ontruimen. Toen dit gebeurd was, konden we naar Geodesie gaan om daar de zalen weer in hun oorspronkelijke staat terug te brengen. Uit niets bleek meer, dat in Delft vier dagen lang 150 geodeten uit heel Europa hadden vertoefd. De 1e "international geodetic student meeting" was voorbij.

Het vervolg

In 1989 was het IGSM in Bonn. Dit jaar was het in Budapest. Voor de komende drie jaar staan Wenen, Londen en Karlsruhe gepland. De continuiteit is gewaarborgd.

Naast deze jaarlijkse congressen is het "international geodetic student bulletin" (IGSB) reeds meerdere keren uitgekomen. De inhoud zal op den duur gaan bestaan uit vaste bijdragen van alle onder het in oprichting zijnde "international geodetic student organization" (IGSO) vallende faculteiten. Nieuwe ontwikkelingen op de gebieden onderwijs en onderzoek, stagemogelijkheden, vacatures, leuke verhalen en andere interessante zaken zullen beschreven staan in dit IGSB. De organisatie hiervan is gebaseerd op een jaarlijkse wisselende redactie en semi-verplichte copij-leveringen der leden van het IGSO.

Er zijn ook gedetailleerde plannen voor het oprichten van een IGSF, een fonds waarmee activiteiten gefinancierd gaan worden. Wellicht zal het op den duur mogleijk zijn om uit dit fonds subsides te verkrijgen voor onderzoeksprojecten, stages, tentoonstellingen, uitwisselingen, etc...

Al met al gebeurt er heel wat. Het is dan ook niet onterecht als "Snellius" trots is op haar initiatief, haar goede organisatie en haar enthousiaste leden. Want niet alleen het IGSM, maar ook het IGSO, het IGSB en het IGSF zijn ideeën geweest van het Landmeetkundig Gezelschap. En hoewel de verdere ontwikkeling van het internationale geodetische studenten gebeuren een gemeenschappelijke verantwoordelijkheid is, is "Snellius" de aangewezen vereniging voor het organiseren, coördineren en vooral het stimuleren van deze ontwikkeling.

De goede positie van "Snellius", de bakermat van het hechte nederlandse geodetische gemeenschap, is de reden hiervoor. Voorwaarde blijft de aanwezigheid van initiatiefrijke, gemotiveerde studenten.

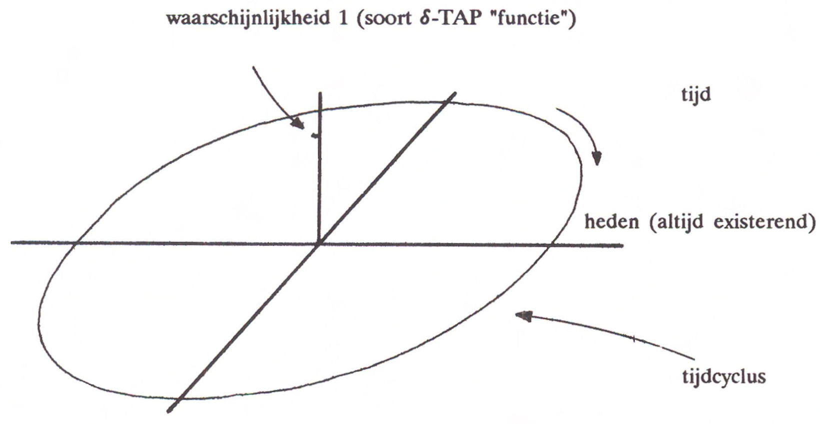
Committee Snellius International:

Daan van der Hoeven
Arent Roggeveen
Boudewijn Spiering
Jaap Zevenbergen
Felicia Breukink

QUERULANTISTISCH QUODLIBET°

Eén van de dingen die mensen, bijvoorbeeld studenten kunnen bezig houden is de tijd. Het probleem is als volgt: Wij bevinden ons altijd in het heden. Maar het heden beslaat de aller kleinste tijdeenheid die mogelijk is (k.t.e.). Bekeken vanuit het tijdspectrum verleden-heden-toekomst is de kans op ervaren van het tijdstip heden gelijk aan nul. Immers de tijdbalk is oneindig groot. Althans dit wordt vermoed, en als het niet zo is doet het niets af aan voorafgaande bewering. Hoe kunnen wij deze merkwaardige situatie verklaren? Voor een student die zich dit bedenkt blijft het natuurlijk gissen. Wat moet je je voorstellen bij een k.t.e. Is deze oneindig kort, slechts erg kort, of juist erg lang? En: doet dit terzake?

Zou het probleem verklaard kunnen worden door de theorie dat wij ons altijd in een een zelfde heden bevinden, en dat de tijd aan ons voorbij trekt? Trekt de tijd in dit geval rechtlijnig aan ons voorbij, of trekt zij bijvoorbeeld cirkelvormig om ons heen? Dit laatste lijkt erg aannemelijk. Het zou betekenen dat wij iedere keer opnieuw hetzelfde meemaken. Alleen kan deze theorie slechts consistent zijn met de rest van de wetenschap als wij aannemen dat de cyclus erg lang duurt. Veel langer dan een mensenleven in elk geval. Dit zou verklaren waarom wij niet weten wat we de vorige keer gedaan hebben. Doch onbewust weten we het altijd wel. Denk bijvoorbeeld aan voorspellende dromen. Of aan het feit dat er zo'n evenwichtige wereld bestaat. Levende individuen moeten een enorme ervaring gecreëerd hebben, dat ze zich niet random gedragen (uitzonderingen daar gelaten). Instinct heet dit ook wel. Overigens heeft het cyclusidee niets met reïncarnatie te maken.



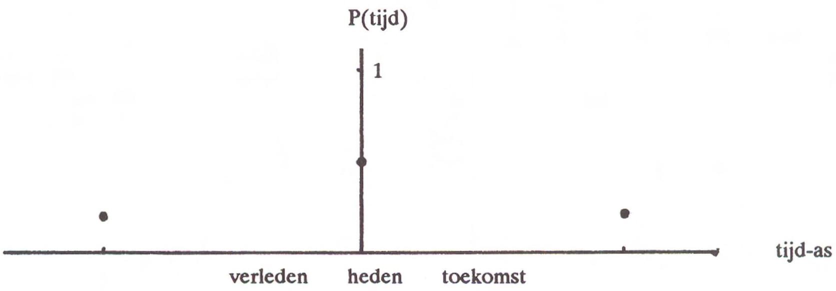
»fig.1 De cyclus-gedachte.

Nu we ons dan toch op het glibberige pad van de religie gaan bevinden, kan nog het volgende gemeld worden. Mensen die beweren dat er een God bestaat hebben gelijk. Immers God is gedefinieerd als "IK ZAL ZIJN, DIE IK ZIJN ZAL" (Exodus 3:14). De cyclustheorie zegt dat de toekomst altijd aan ons voorbij zal trekken. Het verleden zal toekomst zijn. De toekomst was verleden.

Helaas moet ontkent worden dat de God die wij beweren dat deze bestaat, ijverig is. God en de wereld hebben altijd bestaan, en zullen altijd bestaan. Hieraan heeft nooit Iemand wat hoeven doen. Dit alles terzijde.[∞]
Terugkerend naar de tijdfilosofie kunnen we ons nog meer afvragen. Vragen als:"Is tijd rekbaar?". Dit lijkt waarschijnlijk. Nu wij zoveel ervaring opgedaan hebben in het verleden (correcter: in het aan ons voorbijgetrokken verleden), zouden de gebeurtenissen zonder dat er wat fout gaat, gemakkelijk sneller kunnen geschieden. Wij ervaren het natuurlijk even snel. Maar in werkelijkheid gaat de tijd sneller. Zo ontstaat het begrip tijd per tijd. Interessant!

Onderstreept moet worden dat de cyclus verder op generlei wijze verandert (afgezien van de duur). Althans zo lijkt het. In feite verandert er toch nog wat. Vele cycli geleden waren de gebeurtenissen willekeurig. Nu ervaren wij ze als weloverwogen en systematisch. De zelfde gebeurtenissen! Op een gegeven moment zullen wij alles als zo systematisch ervaren, en zal de tijd zo snel gaan, dat we alles op het zelfde moment ervaren. Volkomen begrip? Nee! Volkomen chaos. We komen terug op het punt dat we al gehad hebben. Het nulpunt in de cyclus (niet het beginpunt). De cycli zitten in een omvattende cyclus der cycli.

De bovenstaande dissertatie lijkt onbruikbaar en onbegrijpelijk. Dat is ook zo, maar de theorie is sluitend. Eenvoudiger zou zijn geweest aan te nemen dat we altijd maar halve zekerheid hebben dat we ons in het heden zouden bevinden. Dit betekent ook dat we halve zekerheid hebben dat we ons in verleden of toekomst bevinden. Dit klinkt onwaarschijnlijk.



»figuur 2: Het alternatief: discrete waarschijnlijkheidsfunctie.

J. Bouman
F. Kleijer
R.J. Valten
voorheen het TAP

° Het TAP is een organisatie die zich tot doel heeft gesteld via met name schriftelijke middelen kritiek te leveren op studenten. Het gaat hier vooral om kritiek met betrekking tot de beperkte omgangsvormen van de student. Menig ouderejaars is zich niet bewust van jongerejaars en vice versa. Met dit artikel wordt getracht de jongelui enig tijdsbesef te geven.

°° Eén der schrijvers is het niet eens met de relevantie van deze alinea. De andere twee schrijvers achten het onderwerp echter essentieel. De democratie heeft gesproken.

EEN LANDMEETKUNDIGE PUZZEL

G.L. Strang van Hees

De oude Romeinen waren gewend hun kaarten en dus ook hun landmeetkundige metingen te oriënteren op het oosten. Dit is de herkomst van het woord 'oriënteren'. In die tijd had men geen theodolieten om een zonsazimut te meten en ook het gebruik van goniometrische functies om een zonsazimut te berekenen kende men niet. Daarentegen waren de Romeinen zeer bedreven om met eenvoudige middelen vernuftige meetkundige constructies te bedenken. Hieronder volgt een methode om de oost-west lijn in het terrein uit te zetten zonder gebruik te maken van een theodoliet.

Deze methode is erg eenvoudig en toch redelijk nauwkeurig en het is daarom opmerkelijk dat deze methode uit de landmeetkundige boeken is verdwenen. Ook nu kan het nog wel eens handig zijn om zonder theodoliet en zonder ingewikkelde berekening de oost-west richting te kunnen uitzetten.

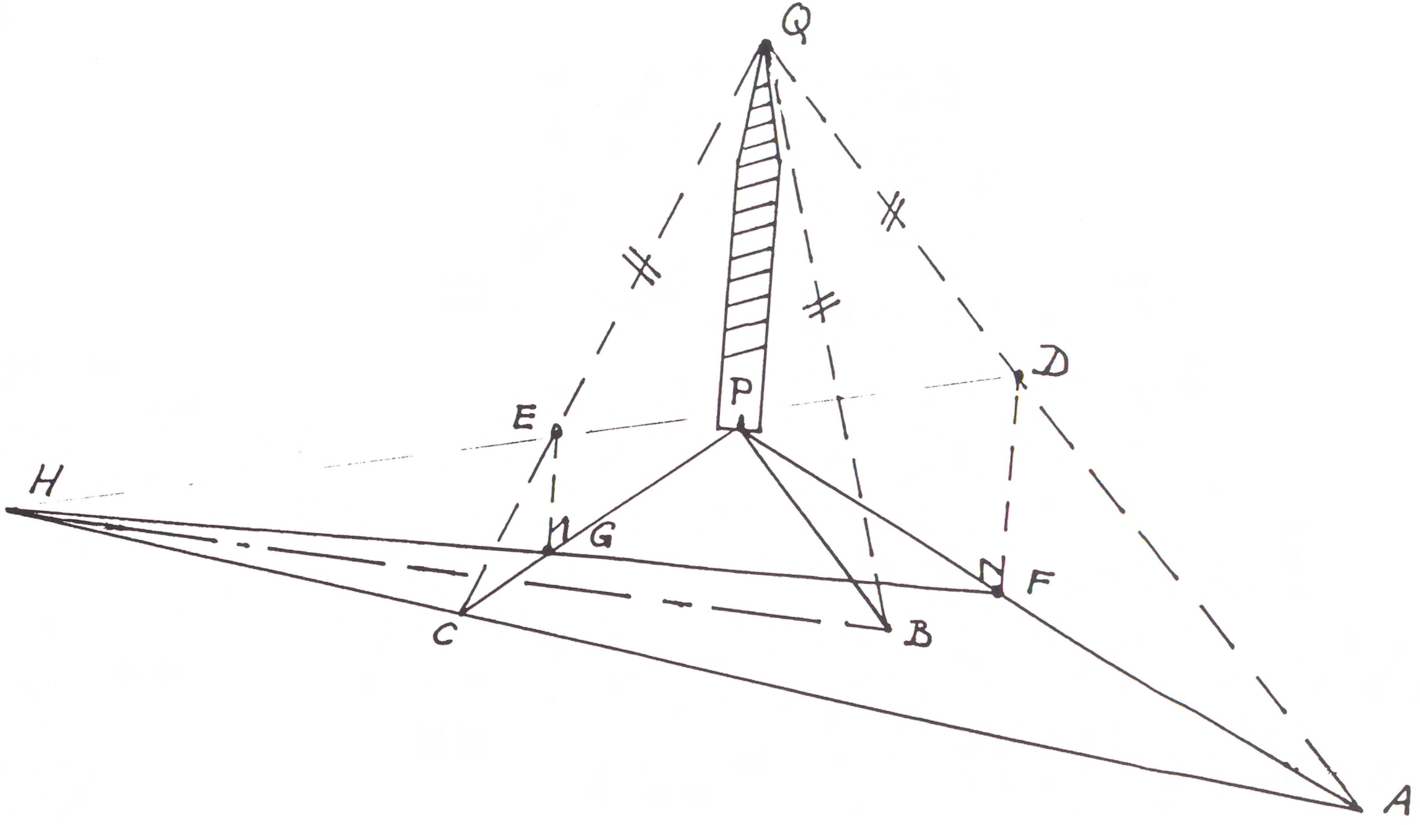
Hoewel de constructie in het terrein eenvoudig is, is het bewijs van onderstaande meetopzet niet zo doorzichtig. Dit is een leuke opgave om te testen of de moderne landmeters nog even veel meetkundig inzicht hebben als de oude Romeinen.

Opgave:

Op drie willekeurige tijdstippen op een dag werd de schaduw van een toren PQ gemeten (zie figuur). Dit leverde de ligging van de punten A, B en C op. PA is de langste schaduw 's morgens, PB de kortste rond het middaguur en PC die in de namiddag.
De afstanden QA, QB en QC werden berekend met de stelling van Pythagoras. De afstand QB werd afgepast langs de lijnen QA en QC. Dit gaf de punten D en E. De projecties op de straat gaf F en G. De ligging van F en G is eenvoudig te berekenen met

$$PF = QB/QA \,.\, PA \text{ en } PG = QB/QC \,.\, PC$$

Vervolgens bepaalde men het snijpunt H van de lijnen AC en FG. Nu is te bewijzen dat de lijn BH precies naar het oosten loopt. Daar de Romeinen niet het gebruik van goniometrische functies kenden bestaat er een meetkundig bewijs.


Q
D
P
E
H
G
F
C
B
A

地球のすがたと測量

Momenteel kan Japan zich in een warme belangstelling van de wereld verheugen. Dat ons land echter in het verre oosten ook geen onbekende is, bewijst bijgesloten kopie uit de Japanse 'Alberda: inleiding landmeetkunde'.
Ons aller Snellius wordt hier beschreven als de grondlegger van de moderne landmeetkundige technieken. De vertaling van de onderste negen regels luidt als volgt:

'De Nederlander Snellius ontwierp de triangulatiemethode in 1615. Hij zette hiermee ook een eerste stap op weg naar een nieuwe wijze van berekening van de lengte van de aardassen.
Triangulatie is de methode om de onderlinge ligging van twee punten met behulp van hoeken en afstanden in een driehoek te meten. Snellius berekende een vierde van de aardomtrek (9.660 km) door de afstand Alkmaar-Bergen op Zoom te meten. Hij gebruikte hiervoor 33 driehoekszijden.
Deze nieuwe methode van landmeten die Snellius ontwikkelde, droeg bij tot een nieuwe mathematische theorie en verbetering van de landmeetkundige instrumenten.'

以上のことから，すなわち $\alpha=7.2^\circ=360^\circ/50$ から地球を円と考えた場合，次の式が成立つことを知った．

$$360^\circ：全円周＝\alpha^\circ：b＝\frac{360^\circ}{50}：\frac{全円周}{50}$$

つまり，アスワンとアレキサンドリアの距離は地球の全円周の1/50であるというわけである．

また，アスワンからアレキサンドリアまでの距離は，ラクダが1日に歩む距離を単位として測定した．1日にラクダが歩む距離を100スタジアとし，50日を要したので5 000スタジアとした．したがって，地球の全円周と4分円（1/4の円）の長さを次のように計算した．

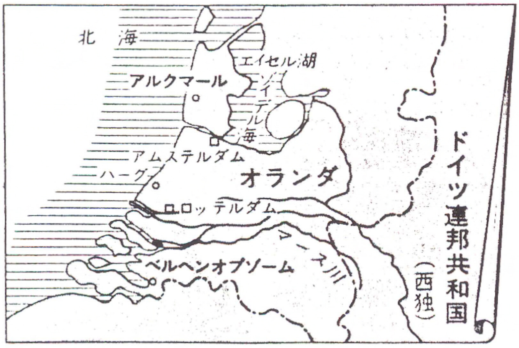
地球の全円周(u)＝5 000×50＝250 000 スタジア （1スタジアを185mとすると，46 250 km / 1スタジアを160mとすると，40 000 km）

地球の4分円周($u/4$)＝62 500 スタジア＝10 000 km （1スタジアを160mとした．現在の測定値は約10 002.25 km）

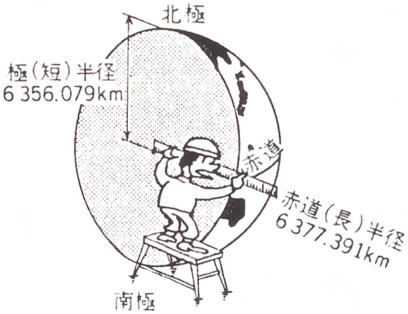
このような地球測定の基本的な考え方は，現在までも引継がれている．

また，1615年オランダ人のスネリウスが三角測量を考案して，地球測定の新時代を開いた．三角測量は長い距離を直接測定せずに，距離を求めようとする2点間に必要な数と大きさの三角形を組み，各三角形の内角と基線と呼ばれる1辺だけを測定して各辺の長さを計算し，必要な2点間の距離を求める方法である（第3章　4　三角測量参照）．

スネリウスは，オランダのアルクマールからベルヘンオプゾームの間に33の三角形を組合せて2点間の距離を測定計算した結果から，地球の4分円周の長さを9 660 kmと測定した．スネリウスのこの測量は新しい数学の理論や器械の考案にも役立ち，今日のような正確な測量学，測地学を発展させるもととなったのである．

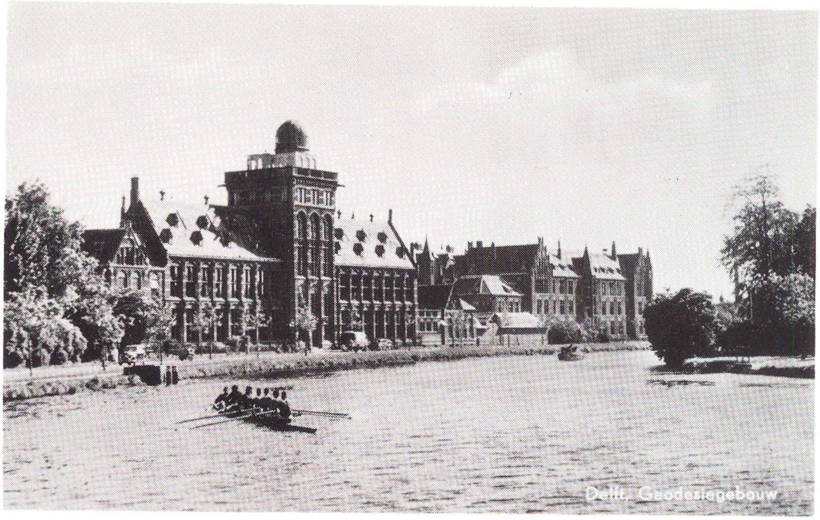


地球の大きさ



SNELLIUS OVERZICHT VAN DE AFGELOPEN HALVE EEUW IN COLLAGEVORM

OUD GEBOUW



Deze collage over de eerste halve eeuw van "Snellius" zou als ondertitel kunnen dragen: 'De kaplaars in de geodesie'. Heel duidelijk is namelijk gebleken dat het zomerkamp een niet mis te verstane stempel drukt op het leven van geodesiestudenten. En dat geldt overigens niet voor de studenten alleen. Ook de boeren, de gastgezinnen van de vierenveertig zomerkampen die tot nog toe zijn gehouden, hebben onverdeeld zeer enthousiaste herinneringen aan die jaarlijkse weken overgehouden. Enkelen geven in deze collage een reactie.

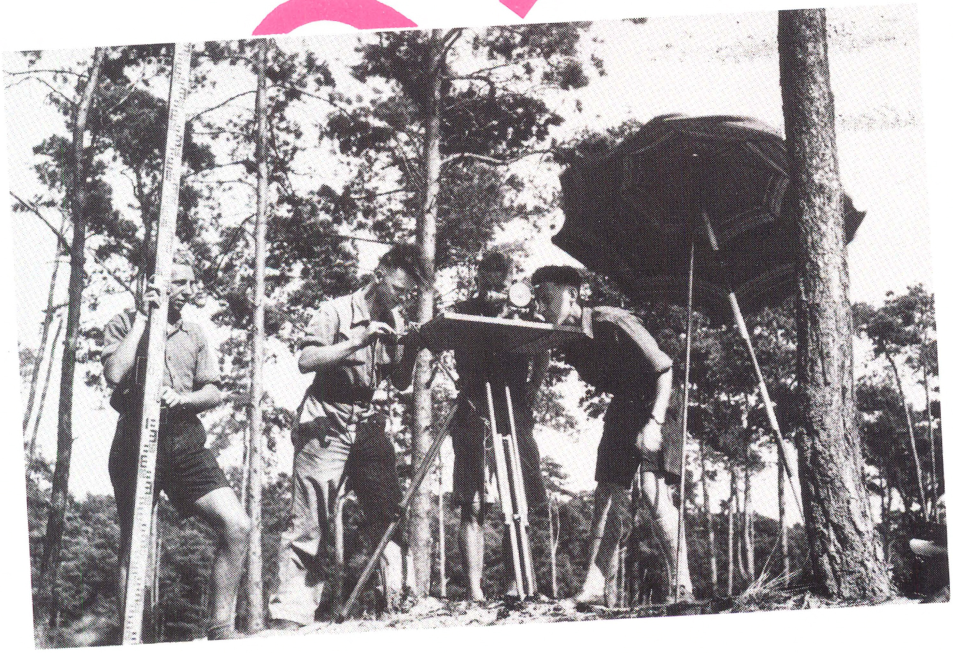
"Snellius" zou zonder de steun die ze van velen ondervindt niet zijn wat ze nu is. Als hoofdpersonen van deze vriendenkring gelden als vanzelfsprekend de ereleden. Ook van hen hebben wij bijdragen mogen ontvangen, die getuigen van een betrokkenheid bij de vereniging en haar studentikoze leden.

Verder zijn de oud-Snelliusvoorzitters gevraagd iets te vertellen over het bestuur dat vóór hen aan was. Sommigen vonden het de moeite waard hun hart te luchten.

Inherent aan het geodesie-studeren, is het uitleggen van wat je dan studeert. Iemand die dat erg vaak moet doen, is de studie-adviseur; enkele anekdotes zijn weergegeven.

Hoewel bij lange na niet volledig, denkt de commissie dat dit overzicht toch een zeer bloemrijk verhaal vertelt over een halve eeuw "Snellius" en haar activiteiten.

" onze tent "
zomerkamp Sassenheim bij Nunspeet (juni 1947)

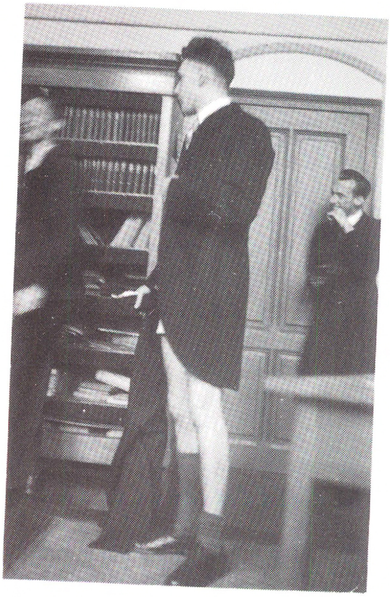


" Planchetmetingen "
derdejaars zomerkamp, ook 1947

AFSTUDEREN

1948

Toespraak voorzitter "Snellius" op de toren geodesiegebouw Kanaalweg.



Broek wisselen voor uitreiking diploma. (februari 1948)

Jonge civiel landmeters door eerste jaars naar beneden gedragen. (februari 1948)

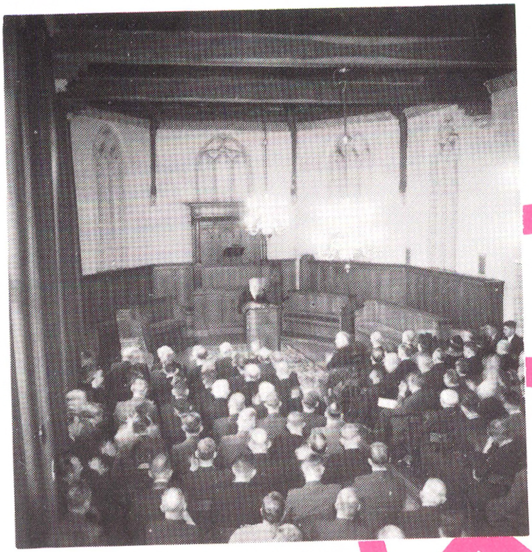
In die tijd legden een paar ouderwetse gewoonten langzaam het loodje en daaronder was het zich kleden in jacquet wanneer men mondeling ging doen. Bij geodesie is die overgang niet zo'n groot probleem geweest maar bij sommige afdelingen wel. Ik herinner mij nog heel goed, dat ik uitgeleend werd aan een andere afdeling, om daar dienst te doen als bijzitter en tot mijn afgrijzen en schaamte legde de betrokken hoogleraar bij elke student die niet in jacquet verscheen, eerst een opgevouwen krant op diens stoel.

H.C. Van der Hoek

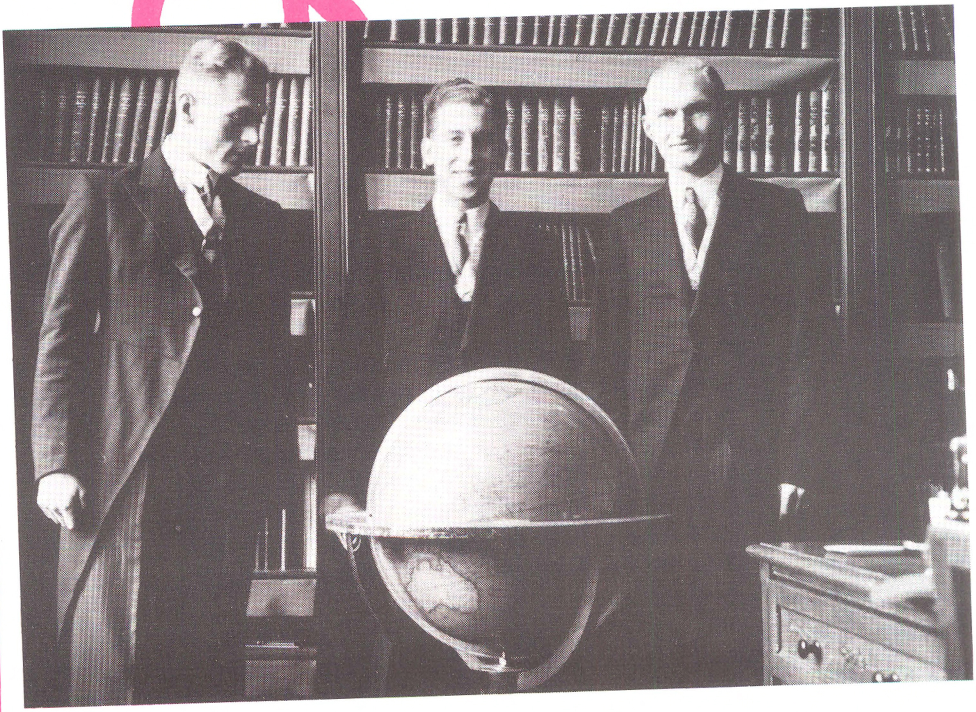
Jan Visser, voorzitter van Snelliusbestuur 1947-1948:

"De na-oorlogse activiteiten van alle studieverenigingen in Delft waren zéér levendig en praktisch alle leden deden daaraan mee. Tijdens mijn periode als voorzitter ontstond ook het huidige Snellius-lied, gedicht door mijn twee voorgangers Homan en ter Schiphorst (!) en onthuld door de onvergetelijke Professor Tienstra die toen juist Rector Magnificus was geweest."

BESTUUR



Rede prof. Tienstra bij de instelling van de ingenieurs studie. (januari 1947)



Snelliusbestuur 1947-1948

ontbijt
(zomerkamp 1947 - Epe)

deelnemers

college buiten

1953

voetbalelftal

Erelid worden zonder inspanning, ofwel door supercommunicatie.

Door het met interesse bestuderen van zijn "Cyclometricus", waarin Archimedes mild werd verbeterd, kwam ondergetekende voor de eerste keer in nader kontakt met onze beroemde naamgever Snel van Rooyen, alias Willibrord Snellius.
Klaarblijkelijk verbleven we ook daarna "on speaking terms".

Tijdens het eerste zomerkamp in 1947 bleek deze "goede relatie" voor mijn collega's in de meetgroep en mij extra waardevol te zijn in een voor ons pijnlijke situatie: een "onmogelijke" meetkundige-grondslag-opdracht.
Ondanks steeds sneller rondfietsen en een imponerende stapel papieren - we leefden nog in het pre-electronische tijdperk - die blijk gaven van een vrijwel onuitputtelijke, geodetische kreativiteit, waren we niet in staat om aan het vereiste, toelaatbare foutenbeeld te voldoen.

De morgen van V-day, in dit geval vonnisdag, kroop de groep met sombere gezichten de tent uit voor het "ontbijt". De verschillende reacties op mijn opmonterende poging om de stemming wat te verbeteren kunnen uiteraard hier niet in druk weergegeven worden. Het bemoedigende nieuws was namelijk dat ik de afgelopen nacht het probleem had opgelost - in een droom!! Met Willibrord als gewaardeerde partner.
Na wat protesten werd de "Willibrord-grondslag" in allerijl verkend en getoetst, omdat dit de nog enige mogelijkheid was om onze eer te redden. Het resultaat was verbluffend. Met merkbare verbazing werd deze dan ook geaccepteerd en goedgekeurd en kregen we te horen dat het de enige oplossing was en dat het bovendien hoogst onwaarschijnlijk was geacht dat we die zouden vinden. Maar dat ook dat een goede praktische oefening was.
Over dromen en Snellius werd uiteraard niet gesproken.

Deze episode moet ongetwijfeld de oorzaak zijn geweest dat men het naderhand als een niet te ontwijken noodzakelijkheid heeft beschouwd om mij, als een soort mascotte, het erelidmaatschap te verlenen.

Ereleden in spe kan ik deze methode warm aanbevelen. Een eerste stap voor nadere kennismaking is dan bijvoorbeeld het bestuderen van Willibrords "Cyclometricus". Maar doe vooral ook "een duit in het zakje" voor het voortbestaan van de goede naam van ons gezelschap.

J.W. Ter Schiphorst

In 1955 wordt het eerste eerstejaars zomerkamp gehouden.

1960

Eén zeer belangrijke gebeurtenis uit die tijd mag niet onvermeld blijven. De kamer van Professor Baarda werd gepromoveerd of gedegradeerd, dat is maar net van welke kant u het bekijkt, tot Snelliuskamer. Voor het eerst had Snellius een eigen onderkomen dat op 27 november 1957 met veel luister werd ingewijd.

H.C. Van der Hoek

JALONS

" HTW "

zomerkamp
1962

alle
deel-
nemers

Gradus Jacobs over zijn voorafgaande bestuur '61-'62.

DE 'SNELLIUSBAND'

Arie de voorzitter deed al direct van zich spreken door zijn imponerende intreerede, waarvan geen letter op papier stond. Nooit tevoren en nimmer nadien heb ik een geodeet zo horen oreren.
Met secretaris Coos heb ik toentertijd veel avonturen beleefd. Helder in mijn geheugen staat gegrift het zomerkamp in Zuid-Limburg en de daar geregelde voetbalwedstrijd tegen Brands Bierbrouwerij, waardoor het mogelijk werd in het schoonste bierkelderke van Limburg door te dringen.

Voor wat betreft mijn werk en een deel van mijn doen en laten gaan mijn 'roots' terug naar het gebouw aan de Kanaalweg in Delft, de 'Nieuwe Prins' en het Anker. Andere grotere studierichtingen ontberen de hechte Snelliusband. Houd haar in ere. Zij blijft een leven lang van waarde.

Henri Dekker over zijn voorafgaande bestuur '63-'64:

In die periode was Klaas Dijkstra een bekende Nederlander. Hij had een publikatie verzorgd onder de titel "De aarde is zo plat als een pannekoek". Overal in den lande gaf hij op spreekbeurten en interviews met veel verve uiting aan zijn overtuiging. Het bestuur 1963 - 1964, van het L.G. Snellius, nodigde de heer K. Dijkstra uit om zijn mening ook voor aankomende geodetisch ingenieurs te komen verdedigen, hetgeen hij graag deed. Met veel inzet probeerde de heer Dijkstra ons te overtuigen van zijn gelijk. De Noordpool was volgens hem het middelpunt van de aardschijf. De Zuidpool vormt de rand van die schijf. Passeren is onmogelijk en daarbij verhaalde hij op indringende wijze wonderlijke incidenten van die door schepelingen en piloten ter plaatse waren beleefd.

De rimboerichting?

IK HEB M'N WAGEN VOL GELADEN, VOL MET.....

Ir. W. Beekman
Prof. A.H. Kooimans
Prof. W. Baarda
Dhr. Hansen
Ir. J.B. van Reij

TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT

GEOPINIE

Informatieblad van de Onderafdeling der GEODESIE

Redaktieadres : Kanaalweg 4 Delft Kopij inleveren bij de redaktieleden of in de kopijbus in de hal

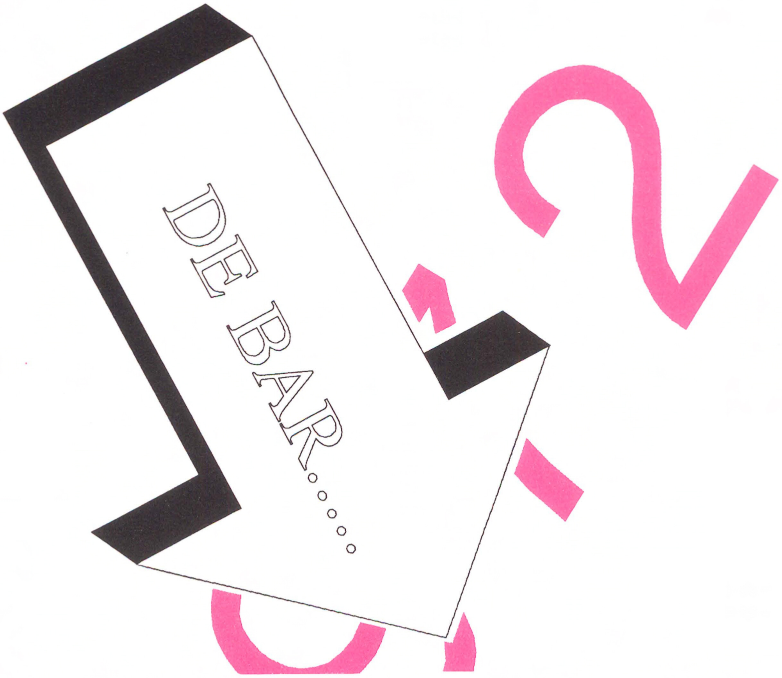
Geopinie verschijnt buiten verantwoordelijkheid der onderafdeling

eerste jaargang, nr. 2, 26 februari 1970.

EERSTE GEOPINIE

AGENDA

27 februari	Onderafdelingsvergadering, 14.00 Voorlopige uitslag K2-examen, 15.30 Uitslag doctoraal examen, 16.30
2 maart	Snellius-lunch (zie verder onder diversen), 12.45, snelliuskamer
3 maart	Vergadering Kontaktraad
5 maart	Gesprek tussen studenten G2 en G3 over vormgeving kollege agr. recht in het volgende jaar, 13.30 Gesprek van de Werkgroep Onderwijs- en Examenmethodiek met de studenten G1, 15.30, rekenpracticum (zie verder onder mededelingen)
6 maart	Bijeenkomst Werkgroep Onderwijs- en Examenmethodiek, 14.00, vergaderzaal
9 maart	Vergadering Werkgroep Doelstelling (zie onder mededelingen)
11 maart	Rede van Prof.dr.ir. Maris naar aanleiding van zijn ambtsaanvaarding, 16.00, Aula.
12/13 maart	Voordrachten van de Franse geodeten Levallois en Dufour, (zie verder onder mededelingen)
16 maart	Prof. Roelofs - Toelichting op het rapport over de opleiding tot hydrografisch ingenieur,met discussie, 15.30.
20 maart	Stafbijeenkomst. Voordrachten over objectieve studietoetsen. 14.00 (Hiermede vervalt de eerder vastgestelde datum 18 maart).


DE BAR.....

Komputer op Overloons hei

In Overloon werd maandagavond de heer Jan Romein ingehaald op een boerenkar achter de trekker. Men bracht hem naar de blokhut van de verkenners.
De heer Romein (zoon van de schrijfster Annie-Romein-Verschoor) is lektor in de kartografie aan de Technische Hogeschool te Delft. Hij kwam op bezoek bij zijn 38 studenten, waaronder twee vrouwelijke, die vorige week maandag hun tenten letterlijk opsloegen op de Heikant bij de familie M. van Mil.

ELEKTRONISCH

De studenten worden begeleid door een staf van 7 mensen, door een chauffeur en twee fourageurs, die de keukenstaf vormen. Dagelijks krijgen de studenten een warme maaltijd, maar voor de rest moeten zij zelf zorgen. Volgende week vrijdag vertrekken zij weer in westelijke richting.
De studenten komen hier op uitnodiging van de voorbereidingskommissie voor de ruilverkaveling Overloon-Merselo. Drie groepen studenten doen er mee.
Allereerst de eerstejaars, in de geodesie (landmeetkunde), die in moeten doen zoals het leren hoekhet veld praktische oefeningen meten, water passen en lengtemeten. Dan zijn er de tweedejaars, die in Groeningen en Vortum-Mullem huispercelen opmeten. Aan de hand daarvan maken zij in Delft een kaart van het dorp, die evenwel niet voor praktisch gebruik voldoet.
Dan zou teveel gekontroleerd en bijgewerkt moeten worden en dat kost teveel tijd. Het gaat bij deze groep - zoals bij de eerstejaars - om praktijkwerk naast de theoretische opleiding. Zij meten ook - zoals tegenwoordig trouwens ook het kadaster - met elektronische afstandsmeters en hoekmeters.

IN BIJKEUKEN

Het eigenlijke werk voor de ruilverkaveling wordt gedaan door de derdejaars studenten. Zij moeten een bruikbare kaart maken van het verkavelingsblok aan de hand van luchtfoto's. Dat gebeurt door middel van koördinaten in het veld. Zij hebben verschillende paspunten gemaakt met behulp van oranje vlaggetjes, die hier en daar te zien zijn. De gegevens zijn allereerst voor de **landmeter-deskundige, maar kunnen** ook gebruikt worden door de landschapsdeskundigen.
In de bijkeuken van de boerderij van Van Mill stonden niet alleen een wasautomaat en een koelkast, maar ook een telefoontoestel en een IBM-machine, die in verbinding staat met de komputer in Delft. De in Delft geprogrammeerde komputer kontroleert of de gemaakte meet"konstrukties" sterk genoeg zijn. Hierna worden de metingen in de komende week uitgewerkt.

zomerkamp 1972 in Overloon

1972

Die staat er nu niet meer.

975

Anekdote De Haan - student Geodesie.

1975

Prof. de Haan tot student Geodesie:
"Wat komt u doen, mijnheer?"
Student:
"Tentamen Recht"
De Haan:
"Hebben we daarvoor een afspraak?"
Student:
"Nee, maar U zei: kom maar een keer langs, als je zover bent."
De Haan:
"Oh. Nou, ga dan maar zitten. Waarover gaat het?"
Student:
"Hoe bedoelt U?"
De Haan:
"Wat heb je bestudeerd? Of heb je niks bestudeerd?"
Student:
"Ja, het diktaat Landinrichting."
De Haan, al vragen stellend:
"Staat dat allemaal in het diktaat?"
Student:
"Ja, kijk maar."
De Haan:
"Maar dat is het diktaat van Prof. van Berk."
Student:
"Is dat dan niet goed?"
De Haan:
"Jawel, maar niet voor het tentamen Recht."
Student:
"Jammer, ik had het net zo goed geleerd."

Prof. P. de Haan

U vraagt om een anekdote?
Laat ik u eerst vertellen dat in de drieëndertig jaar waarin ik met veel genoegen bij Geodesie werkzaam was, de hele faculteit vaak een anekdotische indruk op mij maakte, ondanks de serieuze en belangrijke dingen die er gebeurden. En ik was in dat opzicht niet de enige, want menigmaal heb ik studenten, die mij onthutst over hun hilarische ervaringen kwamen vertellen, gerustgesteld met de woorden: "Ach, als ze de hele geodesiegemeenschap in Carré op het toneel zetten en daar zijn gang laten gaan, zijn de voorstellingen van dat blijspel wekenlang uitverkocht!".
Ik hoefde dan ook niet zolang te zoeken naar een anekdote. Ik weet er zelfs een, die zich manifesteerde precies op de dag waarop ik mijn erelidmaatschap kreeg uitgereikt: 24 november 1975. Het is geen dijenkletser, maar gewoon een van die grapjes die niet-geodeten over Geodesie maken, zonder er iets kwaads mee te bedoelen.
Aan het eind van de middag recipieerde het Bestuur van Snellius met de nieuwe ereleden in de kantine van het spiksplinternieuwe geodesiegebouw.
Een van de receptiegangers had een hond meegebracht, die zich vrij tussen het publiek bewoog. Het was een lief aaibaar dier dat dan ook menig snackje aangeboden kreeg. Een iets te enthousiaste dierenvriend greep zelfs een schoteltje met schijfjes worst en zette dat voor de hond op de grond. Het dier begon onmiddellijk schrokkerig te eten.
Het tegenlicht van de ondergaande zon door de hoge kantineramen, de etende hond op de plavuizen vloer en de drinkende en lachende mensen eromheen, vormden een tafereel, dat mij deed denken aan een oudhollands schilderij.
Ik zei dat tegen de Rector Magnificus, Prof. van Bekkum die ook gekomen was om het Snelliusbestuur en de nieuwe ereleden te feliciteren en die op dat ogenblik bij mij stond. En de Rector zei: "Ja, ik heb altijd wel geweten dat Geodesie een huishouden van Jan Steen is."

H.C. van der Hoek

NIEUW GEBOUW

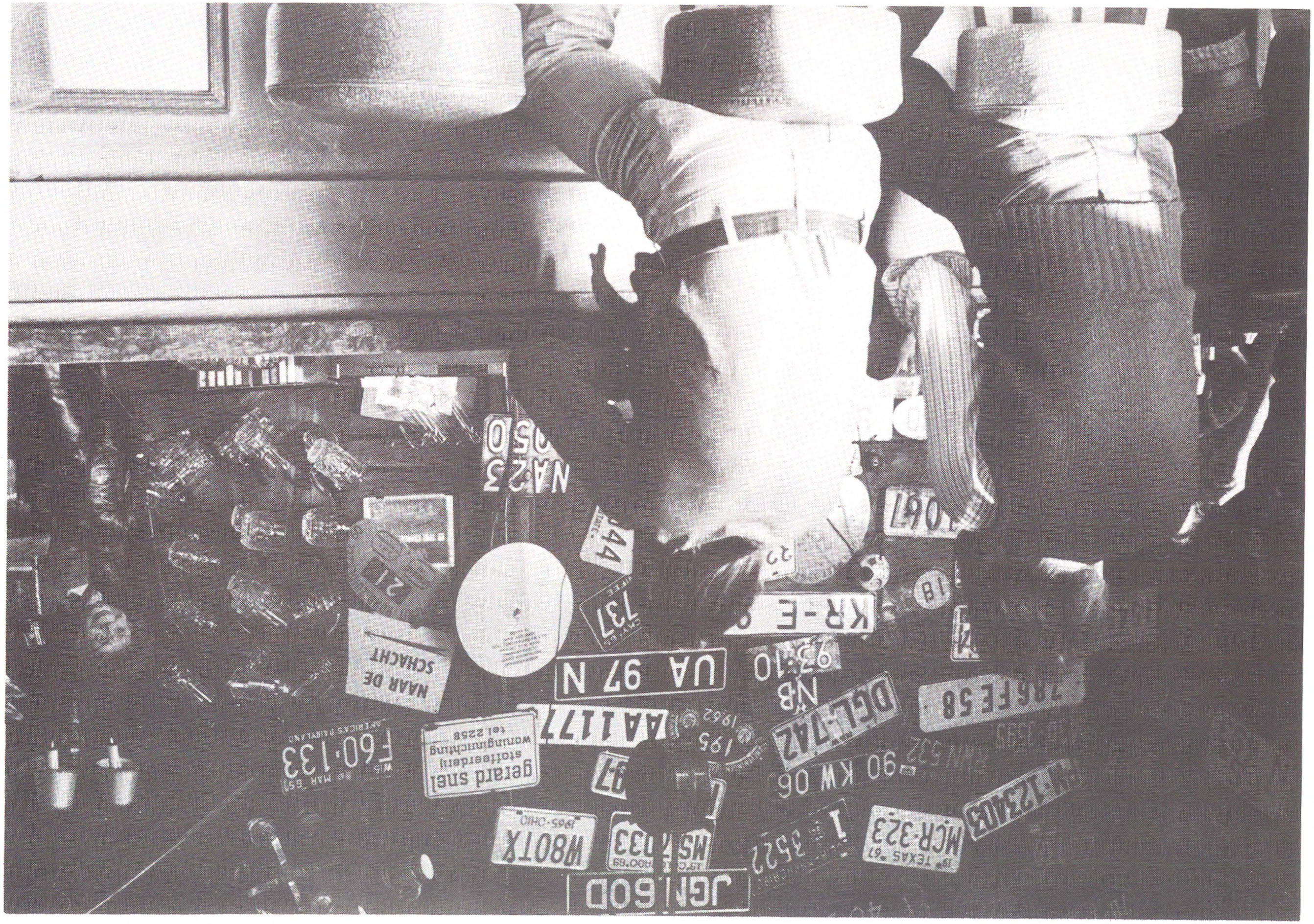
1976

BRAND?

zomerkamp 1975

ZOMERKAMP '76

OPENING


gerard snel
stoffeerderij
woninginrichting
tel. 2258
NAAR DE SCHACHT
UA 97 N
KR-E
DGL-742
78-FE-58
MCR-323
TEXAS 67
W80TX
1965 OHIO
JGN 60D
F60-133
AMERICA'S DAIRYLAND
90 KW 06
NA23
050

Het Snellius bestuur 1977 - 1978
vlnr. Louis Smit, Peter Teunissen,
Jelle Gaanstra en Chrit Lemmen.

Zeerecht uit de fles.

zomerkamp 1977 in Heldenberingen

Boer Verstappen: "...een paar avonden kwam de plaatselijke hofkapel 'de Lustige Trunie' met vrolijke muziek de avond opvrolijken...".

ZOMERKAMP

Ode aan de studievereniging " SNELLIUS ".

In 1980 kwam ik door mijn baan
in de schijnwerpers van " SNELLIUS " te staan.
Het bestuur had namelijk besloten
mij vanwege inzet en wat goed gedrag
te plaatsen tussen alle groten.
Op die 29 novemberdag
als erelid van dit geheel
lever ik nu ook graag mijn deel
aan 't herdenken van het feit
dat " SNELLIUS " in 50 jaren tijd
haar sociale nut wel heeft bewezen
voor studenten en wat pimpelmezen.
Naast de felicitaties voor een halve eeuw bestaan
klink ik op bestuur en ereleden.
Blijf in de toekomst op de baan
die jullie steeds met succes bereden.

D. Gast

1980

Jaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaah!

O Jacobsstaf
O Grolsch viltjes
O bruine bonen
O ....

982

Barwinst soms?

Rondje IJsselmeer in 1 dag.

1983

DE TOESCHOUWER...

1985 - Gorredijk

zomerkamp 1985 in Gorredijk

Boer De Boer: "...De kwartiermakers troffen eind mei mooi weer, ook de opening van het kamp beloofde veel goeds: alles buiten in de zon. Maar toen was het meteen afgelopen: herfst en veel regen. Wij hebben toen van verschillende veehouders nog oliekachels laten aanrukken om wat warmte te verschaffen en een en ander te laten drogen...".

1985

Bijna!

FIERLJEPPEN

LUSTRUM

1985-1990

PUBLICITEIT

86

Studenten gaan land in kaart brengen

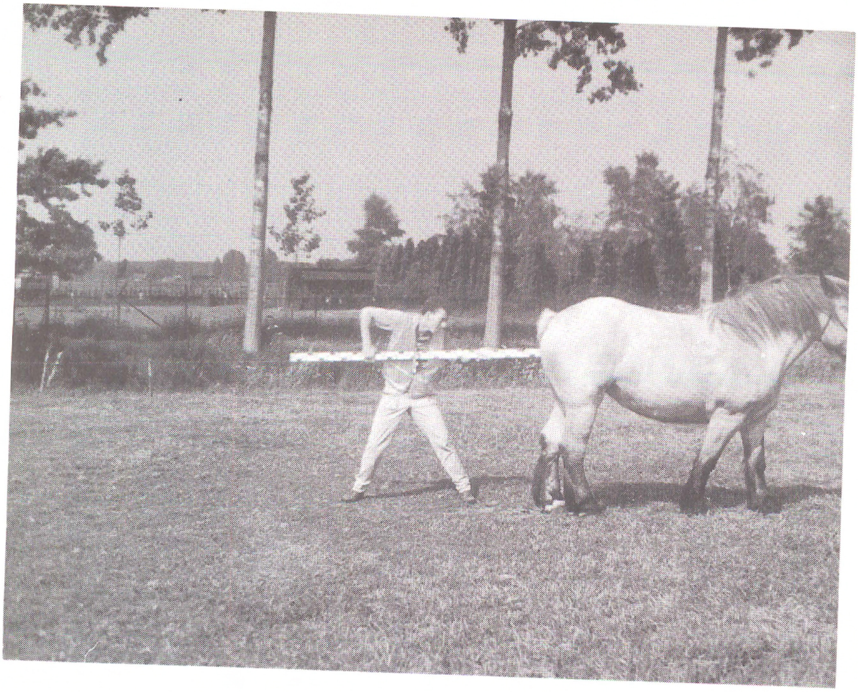
(Van onze regioredactie)

BEST – Een kleine honderd studenten van de Technische Hogeschool Delft gaan op een zomerkamp in de buurt van Best een gebied in kaart brengen en werkzaamheden verrichten voor het kadaster.

Het landmeetkundig gezelschap Snellius van de afdeling landmeetkunde organiseert ieder jaar een kamp. Het is voor de studenten landmeetkunde verplicht om enkele malen deel te nemen aan zo'n zomerkamp. Derdejaars studenten gaan metingen verrichten over de ruilverkaveling in opdracht van het kadaster. Omdat zij hier voor worden betaald, is het voor eerste- en tweedejaars studenten mogelijk om op het zomerkamp een practicum uit te voeren waarbij ze een gebiedje in kaart zullen brengen.

Het tentenkamp wordt opgesteld bij de boerderij van T. van Overbeek aan de Sint-Oedenrose weg. Daar is inmiddels al een telefoonlijn aangelegd en een loods wordt schoongemaakt, zodat de studenten o.a. ook van een pilsje aan een bar kunnen genieten.

Het kamp zal duren van 9 tot 27 juni. Op donderdag 12 juni is er een open avond voor belangstellenden.



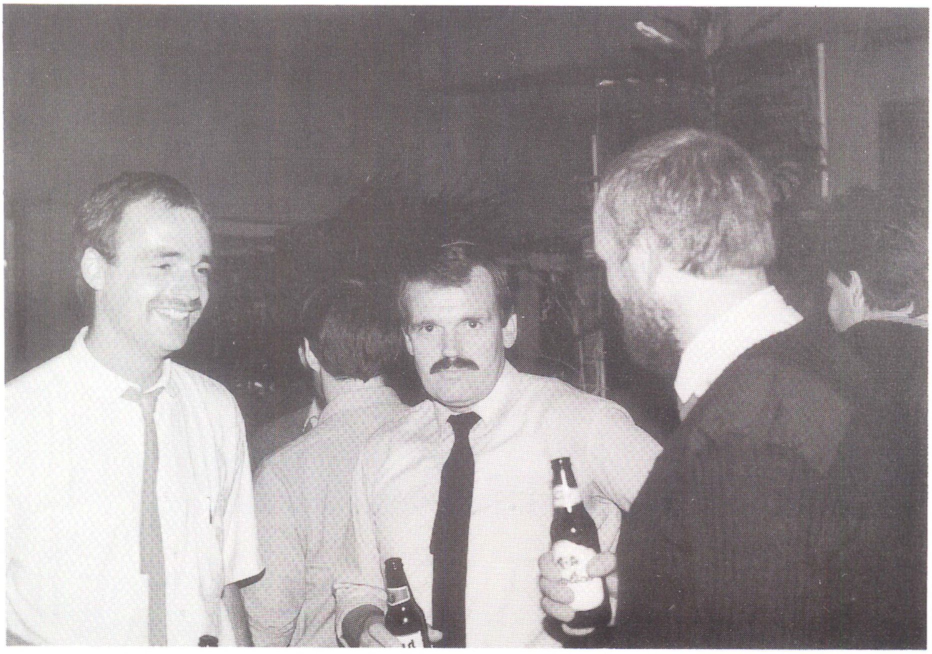
dieptemeting

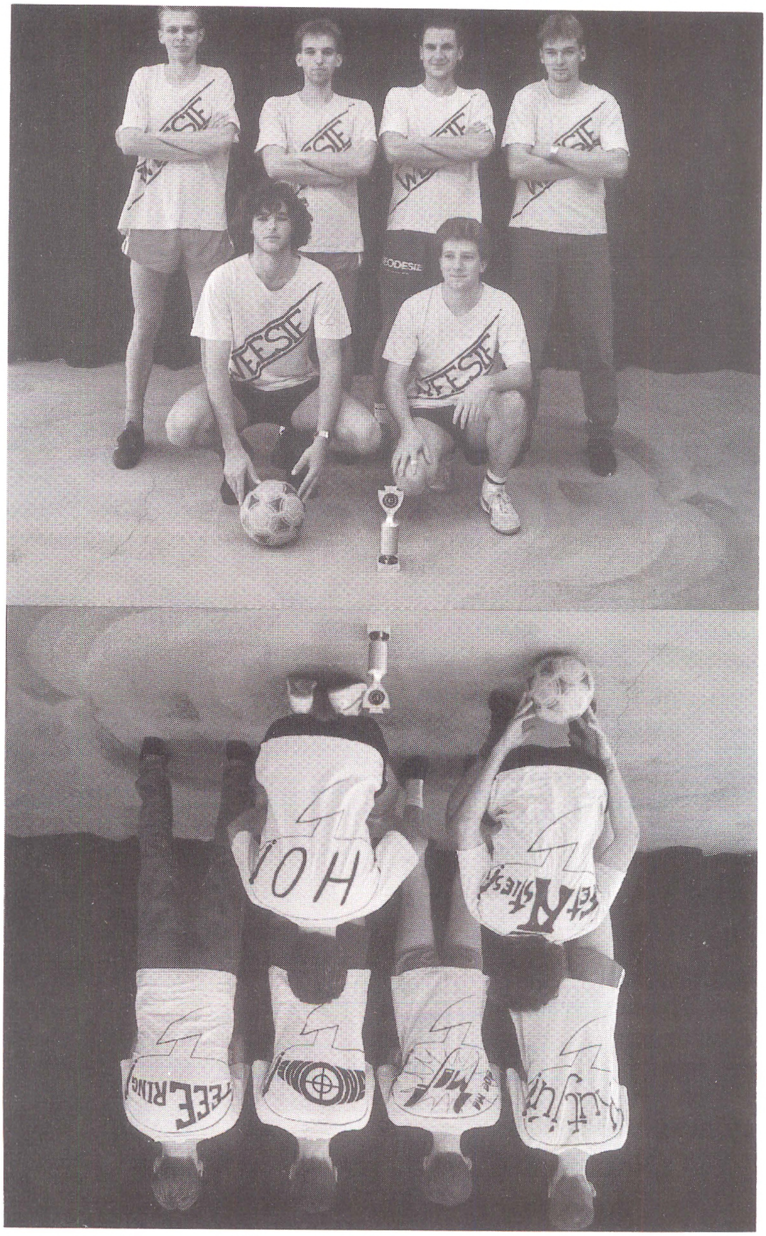
Boer Van Overbeek over het zomerkamp 1986 in Best: "...De lokatie en omgeving stond de heren (De Heus en Ebbinge, red.) kennelijk goed aan, maar voor ons was het nog een vreemde zaak en onzeker. Alhoewel wij op de vraag toch al voorlopig ja zeiden...".
"...Het is voor ons als familie van Overbeek een waardevolle tijd geweest waar wij nog steeds met genoegen aan terugdenken en over praten...".

Afgestudeerd!

Karel Zuidweg en Pieter van Sluijs over hun voorafgaande bestuur (1986 - 1987):

Na rijp beraad vonden wij de volgende zinsnede, uit Arent Roggeveens intreerede, dd. 6 november 1986, geschikt als typering voor hun bestuur.
"En dan nog... Het streven van het nieuwe bestuur is om met beide benen op de grond te blijven staan."





derdejaars zomerkamp, GPS-ontvanger

Boer Fokkens over de zomerkampen 1988 en 1989 in Wijster:
- Als het weer het toelaat heeft men aan een goed gevuld glas bier voldoende, dat ze dan klagen dat ze een zwaar leven hebben als ze een opdracht moeten uitvoeren is dan ook geen wonder.
- Dat men in Drenthe gewend is iedere morgen een ander een goede morgen te wensen was aan het eind van het tweede jaar goed overgenomen.
- Koeien vreten geen bierglazen, daar was men het tweede jaar ook van doordrongen.
- Jonge mensen slapen graag in het hooi, dat was ook hier geen nieuwtje.
- Omdat opstaan het moeilijkste van de dag is, werd men de laatste morgen gewekt door een politieauto met sirene en zwaailicht maar ook hier schrok men niet van.
- Nadat men zich moed heeft ingedronken durft men wel een trekker te starten, maar om hem dan weer tot stoppen te brengen geeft grote problemen.

DE COMMISSIE

boer Fokkens

LUST-RUMB-OEKC-OMMI-SSIE
We worden geïnstalleerd!

Poehé, da's vroeg...

Bob Valten over zijn voorafgaande bestuur:

1488-1489 **HET BESTUUR VAN DE RONDE TAFEL**

Zes ridders verrichtten heldendaden in flitsende tijden. Zij trokken ten strijde toen het gepeupel aandrong op de faculteit. Structurering vond plaats op het hoogste implementatieniveau. Ze bestuurden het geodetischen volk opdat hun energie de juiste powerflow onderging. Laten wij deze ridderelite nader aanschouwen. Hun namen waren: Ridder Bun, Ridder Ina, Ridder Annette, Ridder Jurgen, Ridder Sonja en Ridder Kees. De geest van Snellius bracht hen tezamen aan de ronde tafel.

DE EERSTE VERGADERING, DE EERSTE SLAG. Ridder Bun ontdekte zijn queeste. Snel van Rooijen tekende zijn karma. Koelbloedig rekende deze ridder af met het decadente bloed van zijn voorgangers. Stil en doordrongen van zijn taak vervulde hij zijn activiteiten. Het volk gaapte hem aan. "Een vlotte legende" zegt men in de wandelglazen. Later keek onze held nog grommend op de bodem.
DE TWEEDE VERGADERING, DE TWEEDE SLAG. Vijf ridders, een viel er af. Ridder Ina had een jonkman in het hart. Met heimwee keek zij terug naar haar jeugd in het boerendorp. Haar slag was snel en hard. Scherp optreden en scherpe kritieken maakte haar melancholiek. Ze moest nog een jaar en de strijd was reeds geleverd.
DE DERDE VERGADERING, DE DERDE SLAG. Vier ridders, twee vielen er af. Ridder Annette had haar missie. Vrolijk leidde zij de dwaalingen. Blijmoedig volgden de jongelingen haar, want ze had het beste met hun voor. Ze vond het fijn om onder Snellioten te zijn. Een voorspoedige kruistocht sloot zij af. Doch, ze was abuis. Ze offreerde aan Bachus, niet aan Snellius.
DE VIERDE VERGADERING, DE VIERDE SLAG. Drie ridders, drie vielen er af. Ridder Jurgen kwam van ver. Ridder Jurgen kwam te laat. Hij vergewiste zich van zijn taak. Dodelijk serieus dwaalde hij over de Veluwse velden. Zijn zeis sneed diep in het gras, doch stervelingen ontmoette hij niet. Zijn taak bleek reeds door hem volbracht. Hij doolde verder.
DE VIJFDE VERGADERING, DE VIJFDE SLAG. Twee ridders, vier vielen er af. Ridder Sonja: Haar stem was haar strijdbijl. Slagvaardig was haar preek. Sterk was haar hand. Maar in de hitte van de strijd bleek zij weinig volumeus en zonder kracht. Golvend was heur haar, Geliefd haar macht. Klein stond zij daar, Wat werd er van haar verwacht?
DE ZESDE VERGADERING, DE ZESDE SLAG. Een ridder, vijf vielen er af. Ridder Kees bleef over. Vleitig sloeg hij toe, vleitig bleef hij achter. Hard ging zijn studie en hard ging zijn rock. Ridder Kees heeft zich vereeuwigd in de analen. Zijn werk was gelijk aan dat van Mohammed.

Een tik van de hamer;

DE ZEVENDE VERGADERING, DE ZEVENDE SLAG. Geen ridders, alle zes ontheven uit hun macht. Zes ridders, 1 tafel. Nimmer waren zij bijeen gebracht.

MAG DIT EIGENLIJK WEL?

06

'eerste Zeeuwse indianenverhalen'

Muurschildering?

OPLOSSING:

Beschouw de drie vlakken ACFG, ACDE en FGDE. Drie vlakken gaan altijd door één punt, dus ook de drie snijlijnen. H is het snijpunt van AC en FG. H moet dus ook op de lijn DE liggen.

De punten B, E en D liggen op een bol met middelpunt O. Tevens liggen deze punten op de kegelmantel die de zonnestraal door O gedurende een dag beschrijft. De as van de kegel is naar de hemelpool gericht. B, D en E liggen dus op de snijlijn van bol en kegel. Dit is een cirkel loodrecht op de poolas, dus evenwijdig aan het equatorvlak. Als DE in het equatorvlak ligt, moet H ook in het equatorvlak liggen.

B en H liggen dus beide in het equatorvlak en in het horizontale vlak. BH is dus de snijlijn van beide vlakken.

Per definitie is de oost-west lijn ook de snijlijn van horizon en equator. Dus BH is naar het oosten gericht.

COLOFON

Foto's:	H.A.L. Dekker, J.B. Ebbinge, D. Gast, G.H. Ligterink, W.A.J.M. Quist, H.W. Rentema, H.W. de Wolff, "Snellius" en anderen
Illustraties:	Emile
Drukker:	Krips Repro BV, Meppel
Uitgever:	Delftsche Uitgevers Maatschappij BV, Delft
Technische gegevens:	papier: halfmat, 115 gm^{-2} lettertype: Times Roman 10pt (AD)

DANKWOORD LUSTRUMCOMMISSIE

Naar het zich laat aanzien zal het lustrum mogelijk worden gemaakt door de volgende sponsers, adverteerders en donateurs:

Hewlett Packard
Grontmij
Van Steenis
Prime
Logisterion
Intergraph
Bravenboer & Scheers
Inpark
Topcon
Rocomp
Meetkundige Dienst RWS
Kadaster
Oranjewoud
Sokkisha
KLM Aerocarto
Geomatic
TAB
Heidemij
Osiris
Shell
Controlec
Tele Atlas
NVG
NGL
NAM

E.P. Oostenbroek
W.van Berk
W.J. Looyen

Voor de sponsers, donateurs en adverteerders van na 21 september is hier geen gelegenheid meer tot plaatsing.
In elk geval: allen dank!

De lustrumcommissie.

LIJST VAN ADVERTEERDERS

Ahrin 90
Bravenboer en Scheers 210, 211
Geomeetdienst 89
Grontmij 92
O. Harris 397
Haskoning 209
Heidemij 91
Inpark 282
Intergraph 350
KLM Aerocarto 88
KV + van Alphen 393
NGL 281
Orangewoud 396
Osiris 278, 279
Passe-Partout 91
PDMC 394
Seatronics 349
Shell 212
Sokkisha 351
Van Steenis 352
Topcon 395
Zeiss 280

Wanneer ik evenveel gelezen had als andere mensen, zou ik even weinig geweten hebben.

Thomas Hobbes